



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

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

**Proyecto de Investigación:**

**“EFECTO EN LA EMERGENCIA, CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CHILE  
JALAPEÑO (*Capsicum annuum*) CON LA FERTILIZACIÓN DEL ALGA MARINA  
(*Ascophyllum nodosum*)”**

**Autor:**

MARCELO ALEJANDRO ÁLVAREZ PALADINES

**Directora del Proyecto de Investigación:**

BLGA. ANA RUTH ÁLVAREZ SÁNCHEZ PH.D.

**Mocache – Los Ríos – Ecuador**

**2023**



## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **MARCELO ALEJANDRO ÁLVAREZ PALADINES**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

---

**MARCELO ALEJANDRO ÁLVAREZ PALADINES**

**C.I: 1207823376**

## **DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

La suscrita, Dra. Ana Ruth Álvarez Sánchez, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Marcelo Alejandro Álvarez Paladines, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “EFECTO EN LA EMERGENCIA, CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum*) CON LA FERTILIZACIÓN DEL ALGA MARINA (*Ascophyllum nodosum*)”, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

Dra. Ana Ruth Álvarez Sánchez

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



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

La suscrita, Dra. Ana Ruth Álvarez Sánchez, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado **“EFECTO EN LA EMERGENCIA, CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum*) CON LA FERTILIZACIÓN DEL ALGA MARINA (*Ascophyllum nodosum*)”** Presentado por el estudiante **Marcelo Alejandro Álvarez Paladines**, 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 92% y similitud 8%, 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 FINAL MARCELO ALVAREZ - copia.docx (D176707511) |
| Submitted         | 10/24/2023 12:10:00 AM                                |
| Submitted by      |                                                       |
| Submitter email   | marcelo.alvarez2018@uteq.edu.ec                       |
| Similarity        | 8%                                                    |
| Analysis address  | aalvarezs.uteq@analysis.orkund.com                    |

Dra. Ana Ruth Álvarez Sánchez



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

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“EFECTO EN LA EMERGENCIA, CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL CHILE  
JALAPEÑO (*Capsicum annuum*) CON LA FERTILIZACIÓN DEL ALGA MARINA  
(*Ascophyllum nodosum*)”

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

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Alberto Godoy Montiel

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Ronald Oswaldo Villamar Torres

Shailili M. Moreno M.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dra. Shailili Mercedes Moreno Morales

QUEVEDO – LOS RIOS – ECUADOR

2023

## **AGRADECIMIENTOS**

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

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

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

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

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

## **DEDICATORIA**

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

También, agradezco por tener a mis padres, Vicente Álvarez y Narcisa Paladines, quienes me han brindado su amor incondicional y han sido mi guía constante en el camino correcto. Sus consejos y confianza en mí han sido fundamentales.

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

## RESUMEN

La investigación se enfocó en estudiar los efectos de un bioestimulante a base de alga marina en la germinación, crecimiento y producción del chile Jalapeño. Se implementó un Diseño Completamente al Azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, cada una con 15 unidades de experimentación. Los datos se sometieron a Análisis de Varianza y se compararon las medias mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $P > 0.05$ ). Los tratamientos variaron en la cantidad de bioestimulante aplicado por planta. Los resultados demostraron que el tratamiento con la mayor dosis de biofertilizante mostró una mejora notable en la germinación, alcanzando un 100% a los 10 días de siembra. Esto respalda la eficacia de la biofertilización en la germinación, corroborando hallazgos previos en el cultivo de Jalapeño. En relación al crecimiento, la concentración más alta de alga (100%) resultó en una mayor altura promedio de las plantas a los 30 y 60 días; sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la longitud promedio de las plantas, lo que sugiere que la concentración de alga no influyó en este aspecto específico del crecimiento foliar. En términos de producción, el tratamiento sin alga (0%) destacó en longitud y diámetro de los frutos, así como en el número de frutos por planta. En contraste, el tratamiento con la mayor concentración de alga (4%) mostró un menor rendimiento en estas variables. Esto indica que la ausencia de biofertilizante tuvo un impacto positivo en la producción y características de los frutos. Finalmente, al analizar el beneficio/costo, se observó una variación marcada entre los diferentes tratamientos. El tratamiento T0 tuvo el mayor beneficio/costo, con \$5.55, mientras que el T4 presentó el costo más bajo, con \$0.92.

**Palabras claves:** Chile jalapeño, biofertilizante, Algas marinas.

## ABSTRACT

The research focused on studying the effects of a seaweed-based biostimulant on the germination, growth and production of Jalapeño peppers. A completely randomized design was implemented with 5 treatments and 4 replicates, each with 15 experimental units. Data were subjected to Analysis of Variance and means were compared using Tukey's multiple range test ( $P > 0.05$ ). Treatments varied in the amount of biostimulant applied per plant. The results showed that the treatment with the highest dose of biofertilizer showed a remarkable improvement in germination, reaching 100% at 10 days after sowing. This supports the efficacy of biofertilization on germination, corroborating previous findings in the Jalapeño crop. In relation to growth, the highest concentration of algae (100%) resulted in greater average plant height at 30 and 60 days; however, no significant differences were observed in average plant length, suggesting that algae concentration did not influence this specific aspect of leaf growth. In terms of production, the treatment without algae (0%) stood out in fruit length and diameter, as well as in the number of fruits per plant. In contrast, the treatment with the highest concentration of algae (4%) showed a lower yield in these variables. This indicates that the absence of biofertilizer had a positive impact on fruit production and characteristics. Finally, when analyzing the benefit/cost, a marked variation was observed among the different treatments. The T0 treatment had the highest cost, at \$5.55, while T4 had the lowest cost, at \$0.92.

**Key words:** Jalapeno pepper, biofertilizer, Seaweed.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                                                                      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....                                                    | ii   |
| CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....                                      | iii  |
| CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE<br>COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO..... | iv   |
| AGRADECIMIENTOS.....                                                                                 | vi   |
| DEDICATORIA.....                                                                                     | vii  |
| RESUMEN .....                                                                                        | viii |
| ABSTRACT .....                                                                                       | ix   |
| CÓDIGO DUBLÍN.....                                                                                   | xx   |
| INTRODUCCIÓN.....                                                                                    | 1    |
| CAPÍTULO I.....                                                                                      | 3    |
| CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....                                                          | 3    |
| 1.1. Problema de investigación .....                                                                 | 4    |
| 1.1.1. Planteamiento del problema .....                                                              | 4    |
| Diagnóstico .....                                                                                    | 5    |
| Pronóstico .....                                                                                     | 5    |
| 1.1.2. Formulación del problema.....                                                                 | 5    |
| 1.1.3. Sistematización del problema.....                                                             | 5    |
| 1.2. Objetivos.....                                                                                  | 6    |
| 1.2.1. Objetivo general .....                                                                        | 6    |

|                                                  |                                                        |    |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----|
| 1.2.2.                                           | Objetivos específicos .....                            | 6  |
| 1.3.                                             | Justificación .....                                    | 6  |
| CAPÍTULO II.....                                 |                                                        | 8  |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN ..... |                                                        | 8  |
| 2.1.                                             | Marco conceptual.....                                  | 9  |
| 2.1.1.                                           | Agricultura.....                                       | 9  |
| 2.1.2.                                           | Bioestimulantes orgánicos .....                        | 9  |
| 2.1.3.                                           | Biofertilización .....                                 | 9  |
| 2.1.4.                                           | Crecimiento .....                                      | 9  |
| 2.1.5.                                           | Dosis .....                                            | 9  |
| 2.1.6.                                           | Emergencia .....                                       | 10 |
| 2.1.7.                                           | Producción .....                                       | 10 |
| 2.2.                                             | Marco referencial .....                                | 11 |
| 2.2.1.                                           | El cultivo de jalapeño .....                           | 11 |
| 2.2.2.                                           | Clasificación taxonómica del cultivo de jalapeño ..... | 11 |
| 2.2.3.                                           | Descripción botánica .....                             | 12 |
| 2.2.3.1.                                         | Raíces .....                                           | 12 |
| 2.2.3.2.                                         | Las semillas .....                                     | 12 |
| 2.2.3.3.                                         | El tallo .....                                         | 12 |
| 2.2.3.4.                                         | Las hojas.....                                         | 12 |
| 2.2.3.5.                                         | Las flores .....                                       | 13 |

|          |                                                                         |    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.3.6. | El fruto.....                                                           | 13 |
| 2.2.4.   | Requerimientos edafoclimáticos.....                                     | 13 |
| 2.2.4.1. | Temperatura .....                                                       | 13 |
| 2.2.4.2. | Humedad relativa .....                                                  | 13 |
| 2.2.4.3. | Luminosidad.....                                                        | 13 |
| 2.2.4.4. | Suelos .....                                                            | 14 |
| 2.2.4.5. | Ubicación .....                                                         | 14 |
| 2.2.5.   | Labores culturales.....                                                 | 14 |
| 2.2.5.1. | Trasplante.....                                                         | 14 |
| 2.2.5.2. | Poda.....                                                               | 14 |
| 2.2.5.3. | Fertilización.....                                                      | 15 |
| 2.2.5.4. | Riego .....                                                             | 15 |
| 2.2.6.   | Plagas y enfermedades.....                                              | 15 |
| 2.2.6.1. | Pulgón ( <i>Myzus persicae</i> ; <i>Aphis gossypii</i> ).....           | 15 |
| 2.2.6.2. | Mosca blanca ( <i>Bemisia ertil</i> ).....                              | 15 |
| 2.2.6.3. | Marchitez o marchitez del pimiento ( <i>Phytophthora capsici</i> )..... | 16 |
| 2.2.6.4. | Damping-off .....                                                       | 16 |
| 2.2.7.   | Importancia del uso de biofertilizantes en la agricultura.....          | 16 |
| 2.2.8.   | Algas Marinas.....                                                      | 16 |
| 2.2.9.   | Extractos de algas marinas .....                                        | 17 |
| 2.2.10.  | Componentes de las algas marinas .....                                  | 17 |

|                                       |                                                            |    |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.11.                               | Uso de las algas marinas en la agricultura .....           | 17 |
| 2.2.12.                               | Importancia de usar algas en los cultivos .....            | 18 |
| 2.2.13.                               | Aplicación de extractos de algas marinas los cultivos..... | 18 |
| 2.2.14.                               | Efecto de las algas marinas como fertilizante.....         | 18 |
| CAPÍTULO III .....                    |                                                            | 19 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ..... |                                                            | 19 |
| 3.1.                                  | Localización.....                                          | 20 |
| 3.1.1.                                | Condiciones agroclimáticas.....                            | 20 |
| 3.2.                                  | Tipo de investigación.....                                 | 21 |
| 3.3.                                  | Métodos de investigación .....                             | 21 |
| 3.3.1.                                | Deductivo.....                                             | 21 |
| 3.3.2.                                | Inductivo .....                                            | 21 |
| 3.3.3.                                | Analítico .....                                            | 21 |
| 3.3.4.                                | Estadístico.....                                           | 22 |
| 3.4.                                  | Fuentes de recopilación de la información .....            | 22 |
| 3.4.1.                                | Fuentes primarias.....                                     | 22 |
| 3.4.2.                                | Secundarias.....                                           | 22 |
| 3.5.                                  | Diseño de la investigación .....                           | 22 |
| 3.5.1.                                | Diseño experimental .....                                  | 22 |
| 3.5.2.                                | Tratamientos .....                                         | 23 |
| 3.5.3.                                | Esquema del análisis de varianza .....                     | 23 |

|          |                                                    |    |
|----------|----------------------------------------------------|----|
| 3.6.     | Delineamiento del experimento .....                | 24 |
| 3.7.     | Variables a evaluar.....                           | 24 |
| 3.7.1.   | Tiempo de Emergencia.....                          | 24 |
| 3.7.2.   | Porcentaje de emergencia .....                     | 25 |
| 3.7.3.   | Altura de la planta (cm).....                      | 25 |
| 3.7.4.   | Número de hojas.....                               | 25 |
| 3.7.5.   | Cálculo de biomasa.....                            | 25 |
| 3.7.5.1. | Biomasa fresca .....                               | 25 |
| 3.7.5.2. | Biomasa seca .....                                 | 25 |
| 3.7.6.   | Longitud, diámetro y peso promedio del fruto ..... | 26 |
| 3.7.7.   | Análisis económico.....                            | 26 |
| 3.7.7.1. | Ingreso bruto por tratamiento.....                 | 26 |
| 3.7.7.2. | Costos totales por tratamiento.....                | 26 |
| 3.7.7.3. | Utilidad neta .....                                | 27 |
| 3.7.7.4. | Relación costo beneficio .....                     | 27 |
| 3.8.     | Manejo del experimento .....                       | 27 |
| 3.8.1.   | Establecimiento de semilleros .....                | 27 |
| 3.8.2.   | Preparación del suelo.....                         | 28 |
| 3.8.3.   | Delineación del suelo.....                         | 28 |
| 3.8.4.   | Trasplante .....                                   | 28 |
| 3.8.5.   | Tutorado.....                                      | 28 |

|                                |                                                  |    |
|--------------------------------|--------------------------------------------------|----|
| 3.8.6.                         | Aporcado .....                                   | 28 |
| 3.8.7.                         | Poda .....                                       | 29 |
| 3.8.8.                         | Aclareo de frutos .....                          | 29 |
| 3.8.9.                         | Control de malezas .....                         | 29 |
| 3.8.10.                        | Control fitosanitario .....                      | 29 |
| 3.8.11.                        | Fertilización .....                              | 29 |
| 3.8.12.                        | Cosecha .....                                    | 29 |
| 3.9.                           | Recursos humanos y materiales .....              | 30 |
| 3.9.1.                         | Talento humano .....                             | 30 |
| 3.9.2.                         | Materiales de cultivo .....                      | 30 |
| 3.9.3.                         | Equipos .....                                    | 31 |
| CAPÍTULO IV .....              |                                                  | 32 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES ..... |                                                  | 32 |
| 4.1.                           | Resultados de Estudio 1 .....                    | 33 |
| 4.1.1.                         | Porcentaje de la emergencia .....                | 33 |
| 4.1.2.                         | Altura de las plantas .....                      | 33 |
| 4.1.3.                         | Largo de hoja .....                              | 34 |
| 4.1.4.                         | Ancho de hoja .....                              | 34 |
| 4.1.5.                         | Longitud de raíz .....                           | 35 |
| 4.2.                           | Resultados de Estudio 2 .....                    | 36 |
| 4.2.1.                         | Altura de la planta a los 30, 60 y 90 días ..... | 36 |

|                                      |                           |    |
|--------------------------------------|---------------------------|----|
| 4.2.2.                               | Longitud de frutos .....  | 37 |
| 4.2.3.                               | Diámetro de frutos .....  | 38 |
| 4.2.4.                               | Número de frutos .....    | 39 |
| 4.2.5.                               | Biomasa total .....       | 39 |
| 4.2.6.                               | Rendimiento (kg/ha) ..... | 41 |
| 4.3.                                 | Análisis económico .....  | 42 |
| CAPÍTULO V .....                     |                           | 43 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... |                           | 43 |
| 5.1.                                 | Conclusiones .....        | 44 |
| 5.2.                                 | Recomendaciones .....     | 45 |
| CAPÍTULO VI .....                    |                           | 46 |
| BIBLIOGRAFÍA .....                   |                           | 46 |
| CAPITULO VII .....                   |                           | 54 |
| ANEXOS .....                         |                           | 54 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica del cultivo de jalapeño .....                                                                                                                                             | 11 |
| <b>Tabla 2.</b> Condiciones agro-climatológicas del lugar experimental. ....                                                                                                                                       | 20 |
| <b>Tabla 3.</b> Esquema del estudio “efecto en la emergencia, crecimiento y producción del chile jalapeño ( <i>Capsicum annuum</i> ) con la biofertilización del alga marina ( <i>Ascophyllum nodosum</i> )” ..... | 23 |
| <b>Tabla 4.</b> Esquema del análisis de la varianza .....                                                                                                                                                          | 23 |
| <b>Tabla 5.</b> Materiales de cultivo que se usaran en la investigación .....                                                                                                                                      | 30 |
| <b>Tabla 6.</b> Equipos que se utilizaran en la investigación .....                                                                                                                                                | 31 |
| <b>Tabla 7.</b> Porcentaje de emergencia .....                                                                                                                                                                     | 33 |
| <b>Tabla 8.</b> Altura de las plantas germinadas .....                                                                                                                                                             | 34 |
| <b>Tabla 9.</b> Longitud de hoja .....                                                                                                                                                                             | 34 |
| <b>Tabla 10.</b> Ancho de hoja. ....                                                                                                                                                                               | 35 |
| <b>Tabla 11.</b> Longitud de raíz.....                                                                                                                                                                             | 36 |
| <b>Tabla 12.</b> Altura de plantas 30, 60 y 90 días .....                                                                                                                                                          | 36 |
| <b>Tabla 13.</b> Longitud de frutos .....                                                                                                                                                                          | 38 |
| <b>Tabla 14.</b> Diámetro de frutos .....                                                                                                                                                                          | 38 |
| <b>Tabla 15.</b> Número de frutos .....                                                                                                                                                                            | 39 |
| <b>Tabla 16.</b> Biomasa fresca y seca.....                                                                                                                                                                        | 40 |
| <b>Tabla 17.</b> Rendimiento del cultivo.....                                                                                                                                                                      | 41 |
| <b>Tabla 18.</b> Análisis económico.....                                                                                                                                                                           | 42 |

## ÍNICE DE FIGURAS

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Frutos de chile jalapeño .....                            | 11 |
| <b>Figura 2.</b> Mapa del sitio donde se llevó a cabo el experimento. .... | 20 |

## ÍNICE DE ANEXOS

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| <b>Anexo 1.</b> Croquis experimental.....     | 55 |
| <b>Anexo 2.</b> Evidencias fotográficas.....  | 56 |
| <b>Anexo 3.</b> Andeva de las variables ..... | 59 |

## CÓDIGO DUBLÍN

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título:</b>                          | “Efecto En La Emergencia, Crecimiento Y Producción Del Chile Jalapeño ( <i>Capsicum Annuum</i> ) Con La Fertilización Del Alga Marina ( <i>Ascophyllum Nodosum</i> )”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Autor:</b>                           | Marcelo Alejandro Álvarez Paladines                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Palabras claves:</b>                 | Chile jalapeño, biofertilizante, Algas marinas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Editorial:</b>                       | Quevedo- UTEQ “La María”, 2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Resumen:</b><br><br><b>Abstract:</b> | <p><b>Resumen:</b> La investigación se enfocó en estudiar los efectos de un bioestimulante a base de alga marina en la germinación, crecimiento y producción del chile Jalapeño. Se implementó un Diseño Completamente al Azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, cada una con 15 unidades de experimentación. Los datos se sometieron a Análisis de Varianza y se compararon las medias mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey (<math>P &gt; 0.05</math>). Los tratamientos variaron en la cantidad de bioestimulante aplicado por planta. Los resultados demostraron que el tratamiento con la mayor dosis de biofertilizante mostró una mejora notable en la germinación, alcanzando un 100% a los 10 días de siembra. Esto respalda la eficacia de la biofertilización en la germinación, corroborando hallazgos previos en el cultivo de chile Jalapeño. En relación al crecimiento, la concentración más alta de alga (100%) resultó en una mayor altura promedio de las plantas a los 30 y 60 días; sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la longitud promedio de las plantas, lo que sugiere que la concentración de alga no influyó en este aspecto específico del crecimiento foliar. En términos de producción, el tratamiento sin alga (0%) destacó en longitud y diámetro de los frutos, así como en el número de frutos por planta. En contraste, el tratamiento con la mayor concentración de alga (4%) mostró un menor rendimiento en estas variables. Esto indica que la ausencia de biofertilizante tuvo un impacto positivo en la producción y características de los frutos. Finalmente, al analizar el beneficio/costo, se observó una variación marcada entre los diferentes tratamientos. El tratamiento T0 tuvo el mayor costo, con \$5.55, mientras que el T4 presentó el costo más bajo, con \$0.92.</p> <p><b>Abstract:</b> The research focused on studying the effects of a seaweed-based biostimulant on the germination, growth and production of Jalapeño peppers. A completely randomized design was implemented with 5 treatments and 4 replicates, each with 15 experimental units. Data were subjected to Analysis of Variance and means were compared using Tukey's multiple range test (<math>P &gt; 0.05</math>). Treatments varied in the amount of biostimulant applied per plant. The results showed that the treatment with the highest dose of biofertilizer showed a remarkable improvement in germination, reaching 100% at 10 days after sowing. This supports the efficacy of biofertilization on germination, corroborating previous findings in the Jalapeño crop. In relation to growth, the highest concentration of algae (100%) resulted in greater average plant height at 30 and 60 days; however, no significant differences were observed in average plant length, suggesting that algae concentration did not influence this specific aspect of leaf growth. In terms of production, the treatment without algae (0%) stood out in fruit length and diameter, as well as in the number of fruits per plant. In contrast, the treatment with the highest concentration of algae (4%) showed a lower yield in these variables. This indicates that the absence of biofertilizer had a positive impact on fruit production and characteristics. Finally, when analyzing the benefit/cost, a marked variation was observed among the different treatments. The T0 treatment had the highest cost, at \$5.55, while T4 had the lowest cost, at \$0.92.</p> |
| <b>Descripción:</b>                     | 80 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>URI:</b>                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## INTRODUCCIÓN

La agricultura desempeña un papel fundamental en la economía mundial, ya que no solo es responsable de proporcionar alimentos esenciales para la población, sino que también es una fuente importante de ingresos económicos, especialmente en el sector agrícola. En este sentido, es crucial buscar de manera constante nuevas formas de aumentar la productividad y mejorar la calidad de los cultivos para garantizar la seguridad alimentaria y el desarrollo económico (1).

En el caso específico de Ecuador, la agricultura juega un papel significativo en la economía nacional y es considerada uno de los pilares fundamentales para el desarrollo del país. Sin embargo, enfrenta diversos desafíos relacionados con la productividad y la calidad de los cultivos. Uno de los problemas más recurrentes en la agricultura es la falta de un desarrollo óptimo de las plantas, lo cual puede conducir a un bajo rendimiento y calidad de los cultivos (2).

Ante esta problemática, se ha identificado una alternativa prometedora en el uso de bioestimulantes orgánicos como herramientas tecnológicas en la agricultura. Estos bioestimulantes tienen la capacidad de estimular los procesos fisiológicos y biológicos en las plantas, lo que se traduce en una mejora en la floración, fructificación y rendimiento de los cultivos (3). En particular, el uso de algas marinas y sus derivados han ganado popularidad como bioestimulantes en la producción de cultivos hortofrutícolas (4).

Las algas marinas actúan como tonificantes de las plantas, promoviendo un aumento en el rendimiento y la calidad del cultivo. Su uso ha demostrado resultados satisfactorios en la mejora de las condiciones del suelo, a través de la incorporación de materia orgánica y la estimulación de los procesos biológicos en las plantas (5). Esta práctica ha sido adoptada por numerosos países a nivel mundial, como una alternativa sostenible y menos dañina para el medio ambiente en comparación con los productos químicos convencionales (6).

La importancia de este proyecto radica en su contribución al conocimiento científico sobre el uso de bioestimulantes a base de algas en la agricultura, específicamente en el cultivo de jalapeño. Los resultados obtenidos serán relevantes para los agricultores, ya que proporcionarán información valiosa para mejorar las prácticas agrícolas y lograr una

producción más eficiente y sostenible. Además, este estudio se alinea con el objetivo global de promover una agricultura más respetuosa con el medio ambiente y la obtención de alimentos de calidad, asegurando así la sostenibilidad a largo plazo del sector agrícola.

El objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de diferentes dosis de aplicación de un biopreparado a base del alga marina (*Ascophyllum nodosum*) en el desarrollo de plantas jóvenes de jalapeño. Se busca determinar cuál de estas dosis es la más efectiva para lograr un mejor desarrollo de las plantas y, en consecuencia, obtener un mayor rendimiento y calidad del cultivo.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de investigación**

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

El problema en la producción agrícola, particularmente en el cultivo del chile jalapeño (*Capsicum Annuum*), radica en el uso excesivo de fertilizantes químicos. Esta práctica conlleva a la degradación del suelo y a la pérdida de nutrientes esenciales, lo que resulta en una baja productividad agrícola y afecta negativamente los ingresos económicos de los agricultores. Esta situación se agrava debido a la falta de alternativas sostenibles para mejorar la calidad del suelo y los cultivos.

Además, se ha observado una escasez de estudios científicos que investiguen el rendimiento, las dosis adecuadas y el momento oportuno de aplicación de biofertilizantes, como las algas marinas, en la producción agrícola. La falta de información sobre los resultados obtenidos limita la comprensión y la implementación efectiva de estas soluciones en la práctica agrícola. Asimismo, se ha detectado un conocimiento insuficiente sobre el uso de algas marinas para mejorar la calidad de los suelos y los cultivos. A pesar de que los fertilizantes orgánicos, en particular aquellos basados en algas marinas u otros productos, son cada vez más utilizados debido a sus beneficios potenciales para mejorar la producción agrícola y preservar el medio ambiente, todavía existe una brecha en el conocimiento sobre su uso óptimo y los resultados que pueden lograrse.

Ante esta problemática, es necesario buscar nuevas alternativas que puedan transformar el cultivo del chile jalapeño y otros cultivos similares. Es crucial utilizar de manera adecuada los recursos y las tecnologías disponibles, como los bioestimulantes basados en algas marinas, para abordar las deficiencias presentes en los suelos agrícolas. Los fertilizantes orgánicos representan una opción menos dañina para el medio ambiente y pueden contribuir a una producción agrícola más sostenible y rentable.

En consecuencia, se requiere una mayor investigación científica y la generación de conocimiento en relación con el uso y la aplicación de bioestimulantes basados en algas marinas en el cultivo del chile Jalapeño. Esto permitirá desarrollar estrategias más efectivas y optimizar los beneficios de estas soluciones, mejorando así la productividad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la agricultura.

## ***Diagnóstico***

El uso inadecuado de fertilizantes químicos para la producción de chile jalapeño ha causado que la productividad de este producto sea menos rentable, debido a que la calidad no es la adecuada para un consumo. Al ser un tipo de chile el rendimiento en productividades a grandes volúmenes no ha sido favorable; por ello, se concibe la utilización de biofertilizante del alga marina que a través de este se busca regenerar la calidad del chile e incentivar a los agricultores a usar métodos orgánicos con mayores beneficios dentro del mercado.

## ***Pronóstico***

Uno de los mayores factores que puede influenciar este caso experimental es que a grandes escalas de producción no genere una gran rentabilidad, debido a que se deben producir grandes masas de biofertilizante, al ser un fertilizante orgánico se debe estudiar sus componentes y características con la finalidad de que en la producción que sea utilizada mantenga altos estándares de calidad tanto para el suelo como para el producto.

### ***1.1.2. Formulación del problema***

¿Cuál será el efecto de la aplicación de bioestimulante a base de alga marina (*Ascophyllum nodosum*) en la emergencia, crecimiento y producción de chile Jalapeño?

### ***1.1.3. Sistematización del problema***

- ¿Cuál es la respuesta en la emergencia por el efecto de la aplicación de bioestimulante extractos de alga (*Ascophyllum nodosum*)?
- ¿Qué efecto produce la biofertilización de extractos de alga (*Ascophyllum nodosum*) en el crecimiento vegetativo del chile Jalapeño?
- ¿Qué tratamiento tiene la mayor producción del cultivo bajo la influencia de extractos de algas?
- ¿Cuál es la relación costo-beneficio del cultivo bajo la influencia de extractos de algas?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. *Objetivo general***

- Analizar los efectos de la aplicación de bioestimulante a base de alga marina en la emergencia, crecimiento y producción de chile Jalapeño.

### **1.2.2. *Objetivos específicos***

- Definir la respuesta en la emergencia por el efecto de la aplicación de bioestimulante extractos de algas.
- Evaluar el efecto de la aplicación de extractos de alga en el crecimiento vegetativo del chile jalapeño.
- Calcular la producción del cultivo bajo la influencia de extractos de algas.
- Determinar el análisis económico de los tratamientos propuestos.

## **1.3. Justificación**

Dentro de la gran variedad de especies de chile cultivadas, el jalapeño es una de las más importantes desde el punto de vista socioeconómico debido a su amplio consumo, alta rentabilidad y demanda de mano de obra (7). Dada la importancia que representa el cultivo de chile jalapeño, es necesario aumentar la producción agrícola para cumplir con los niveles de consumo de calorías y proteínas, pero también es importante buscar nuevos métodos de producción que puedan proteger el suelo y el medio ambiente (8).

Uno de los elementos más importantes para la producción agrícola es el uso de biofertilizantes en base de algas marinas que en la actualidad está experimentando un verdadero auge en la producción de frutas y hortalizas, así como de cereales y oleaginosas, y de plantas y especies aromáticas, ya que repercuten en acciones positivas dentro del desarrollo integral de la planta (9). Por ello, es importante este estudio acerca del uso de algas y sus derivados, ya que mejoran el suelo y fortalecen las plantas, aumentando el rendimiento y la calidad del cultivo, por lo que esta práctica puede sustituir el uso de químicos por orgánicos.

Además, se considera que los bioestimulantes han arrojado altos rendimientos y al mismo tiempo brindado un importante nivel de rentabilidad, representando así una tecnología de producción aplicable al campo agrícola que puede incrementar los rendimientos y ser adoptada por los agricultores (10). Otro de los factores más importantes que justifican el uso de bioestimulantes en la producción de cultivos es la necesidad comercial, ya que desde su punto de vista permite programar y aumentar significativamente los rendimientos y una competencia aceptable al obtener frutos con mejores características (11).

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco conceptual**

### **2.1.1. Agricultura**

Actividad que engloba el cultivo de plantas y la cría de animales con el objetivo de obtener alimentos, productos vegetales y recursos naturales renovables para el consumo humano y otros fines económicos (12).

### **2.1.2. Bioestimulantes orgánicos**

Sustancias naturales derivadas de plantas, microorganismos u otros materiales biológicos, que se utilizan para mejorar el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estimulan procesos fisiológicos, como la absorción de nutrientes, la resistencia a enfermedades y el enraizamiento, promoviendo una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente (13).

### **2.1.3. Biofertilización**

Proceso que utiliza microorganismos beneficiosos, como bacterias y hongos, para promover el crecimiento y la salud de las plantas, actúan como agentes biológicos que mejoran la disponibilidad y absorción de nutrientes del suelo, aumentando la productividad agrícola y reduciendo la dependencia de fertilizantes químicos (14).

### **2.1.4. Crecimiento**

Proceso de aumento o desarrollo en tamaño, cantidad o capacidad de un organismo, estructura o sistema a lo largo del tiempo. Es una característica fundamental de los seres vivos y puede manifestarse en diferentes aspectos, como el crecimiento físico, el crecimiento económico o el crecimiento personal (14).

### **2.1.5. Dosis**

Cantidad o medida específica de un medicamento, sustancia química o tratamiento que se administra a un individuo con el fin de obtener un efecto deseado (15).

#### **2.1.6. *Emergencia***

Proceso en el cual una planta en desarrollo atraviesa la superficie del suelo para iniciar su crecimiento y desarrollo aéreo. Es el punto en el cual la plántula rompe la cubierta de la semilla y emerge hacia la luz, comenzando a desarrollar hojas y tallos (16).

#### **2.1.7. *Producción***

Proceso de cultivar plantas con el fin de obtener alimentos, productos vegetales y otros recursos naturales renovables para el consumo humano y fines económicos. Involucra actividades como siembra, cuidado de cultivos, manejo de ganado y cosecha, con el objetivo de obtener rendimientos agrícolas satisfactorios (11).

2.2. Marco referencial

2.2.1. El cultivo de jalapeño

Los jalapeños son conocidos por su sabor picante y su versatilidad culinaria, lo que los convierte en un cultivo atractivo para agricultores y amantes de la gastronomía. Además, su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y su crecimiento relativamente rápido los convierten en una opción viable para cultivar en diversas regiones (17).

Figura 1.Frutos de chile jalapeño



Fuente: (18).

2.2.2. Clasificación taxonómica del cultivo de jalapeño

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cultivo de jalapeño

|            |                 |
|------------|-----------------|
| Reino      | Plantae         |
| División   | Magnoliophyta   |
| Clase      | Magnoliopsida   |
| Orden      | Solanales       |
| Familia    | Solanaceae      |
| Género     | Capsicum        |
| Especie    | Capsicum annuum |
| Subespecie | Capsicum annuum |
| Variedad   | Capsicum annuum |

Fuente: (19)

### **2.2.3. Descripción botánica**

#### **2.2.3.1. Raíces**

Tiene un sistema radicular pivotante, provisto y reforzado con gran número de raíces adventicias, aunque la presencia de raíces adventicias es rara en pimienta, la mayoría de las raíces se encuentran cerca de la superficie del suelo horizontalmente, el sistema de raíces alcanza 30-50 cm de longitud y crece 30-60 cm de profundidad si las condiciones de desarrollo son adecuadas (20).

#### **2.2.3.2. Las semillas**

Las semillas son redondeadas, ligeramente reniformes, generalmente de 3 a 5 mm de largo. Se adhieren a la placenta cónica ubicada en el centro y son de color amarillo pálido. Un gramo puede contener de 150 a 200 semillas, y su tasa de germinación es de tres a cuatro años. Una semilla de chile típica tiene aproximadamente 1 mm de grosor, 5,3 mm de largo y 4,3 mm de ancho (21).

#### **2.2.3.3. El tallo**

El tallo es mayoritariamente herbáceo, aunque los tallos se vuelven ligeramente leñosos cuando la planta alcanza cierta edad. Tiene una estatura limitada y erguida, que en promedio puede variar en altura de 0,5 a 1,5 m. A partir de cierta altura (“cruz”), emite dos ramas y continúa ramificándose dicotómicamente hasta el final de su ciclo. Puede ser sin pelo, con pelo o con una gradación entre completamente sin pelo y completamente con pelo (21).

#### **2.2.3.4. Las hojas**

Las hojas son simples, alternas, lanceoladas, con un ápice fuertemente pronunciado (puntiagudo) y un pecíolo largo y discreto, la cara superior es desnuda (lisa y suave al tacto) de color verde intenso y brillante, la nervadura parte de la base de la hoja como continuación del pecíolo, al igual que las nervaduras secundarias, que son pronunciadas y llegan así al margen de la hoja, los estomas se forman temprano en la hoja en desarrollo y su densidad inicial aumenta a medida que la hoja se expande (21).

#### **2.2.3.5. Las flores**

Las flores típicas de *Capsicum* son de cinco miembros, hermafroditas e hipóginas, la corola es blanquecina, aparecen solitarias en cada nudo y su unión parece ser axilar, el diámetro de la flor del chile es de 10 a 15 mm, pero en los tipos silvestres de pimiento, las flores son más pequeñas. Su fecundación es claramente autógama, la alogamia no supera el 10%. La polinización cruzada depende de varios factores, pero puede variar, y en muchos lugares la polinización cruzada es la forma predominante de polinización en *Capsicum* (22).

#### **2.2.3.6. El fruto**

El fruto es una baya oblonga semicartilaginosa de unos 7,5 cm de largo y 2,5 cm de diámetro, el color del fruto determina su grado de madurez, variando del verde al rojo cuando está maduro. Los frutos de la primera cosecha suelen ser más largos y tienen un color rojo más intenso y una mayor acidez en la madurez que los frutos de la última cosecha (22).

### **2.2.4. Requerimientos edafoclimáticos**

#### **2.2.4.1. Temperatura**

La temperatura óptima para la floración es de 25°C, la máxima es de 30°C y la mínima alcanza los 18°C, lo que indica que sobrepasar estos límites afecta negativamente el rendimiento. Los saltos térmicos (diferencia de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna) provocan un desequilibrio vegetativo (23).

#### **2.2.4.2. Humedad relativa**

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 % y el 70 %. La humedad relativa muy alta favorece el desarrollo de enfermedades aerotransportadas e inhibe la fertilización. La combinación de altas temperaturas y baja humedad relativa puede provocar la abscisión de flores y frutos recién cuajados (23).

#### **2.2.4.3. Luminosidad**

El Chile es una planta muy demandante de luz, especialmente en las primeras etapas de desarrollo y durante la floración, ya que la luz insuficiente aumenta la abscisión de flores y

afecta la tasa de fotosíntesis, la liberación de asimilados y el metabolismo de azúcares en los tejidos de origen (23).

#### **2.2.4.4. Suelos**

Los suelos más adecuados para el cultivo de chile son el arenoso, rico y potente con un contenido orgánico del 3-4 % y en su mayoría bien drenado. Los valores óptimos de pH están en el rango de 6,5 a 7, aunque puede soportar ciertas condiciones ácidas (hasta pH 5,5) en suelos arenosos, se puede cultivar a valores de pH cercanos a 8 (24).

#### **2.2.4.5. Ubicación**

Tan pronto como se calienta un poco, las plantas pueden estar durante el día a una temperatura de al menos 5° centígrados para endurecerse y acostumbrarse al sol. Después de mediados de mayo, las plantas se pueden trasplantar a una cama o contenedor en un lugar soleado (24).

#### **2.2.5. Labores culturales**

##### **2.2.5.1. Trasplante**

El trasplante debe llevarse a cabo 30-45 días después de la siembra en la cama de semillas. Comenzamos a arrancar las plántulas cuando alcanzan una altura de unos 15 cm, las plantas se colocan en hileras separadas a una distancia de 60 a 80 centímetros ya razón de 45 cm entre plantas (25).

##### **2.2.5.2. Poda**

El trabajo consiste en eliminar los brotes secundarios correspondientes a las hojas más bajas, y luego eliminar las hojas ubicadas debajo de la primera bifurcación del tallo (primera intersección). La gestión puede ser de dos, tres o cuatro barriles. Además de los beneficios que la poda puede tener sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, puede ser una práctica útil para mejorar la eficiencia de la ventilación y el saneamiento (25).

### **2.2.5.3. Fertilización**

Este cultivo requiere un suministro constante de nutrientes para desarrollar frutos de calidad y obtener buenos rendimientos. Al aplicar fertilizantes balanceados que contengan nitrógeno, fósforo y potasio, se promueve un crecimiento vigoroso de las plantas y una producción óptima de frutos picantes. Es importante considerar también el pH del suelo y ajustarlo a niveles óptimos para garantizar una adecuada absorción de nutrientes por parte de las plantas (26).

### **2.2.5.4. Riego**

Proporcionar agua para el cultivo de pimientos es muy exigente. Los turnos de riego en pimiento son más cortos que en tomate, se aconseja dar riegos frecuentes y en riegos pequeños, dosis de 30 a 60 mm. En suelos arenosos, los turnos de riego suelen ser de siete a diez días, y en suelos arcillosos puede ser un poco más lento (27).

### **2.2.6. Plagas y enfermedades**

#### **2.2.6.1. Pulgón (*Myzus persicae*; *Aphis gossypii*)**

Estos son insectos de cuerpo blando y forma globular que chupan la savia de las plantas, provocando el enrollamiento de las hojas, el amarillamiento y la muerte de las plantas. También prefieren la presencia de la *fumagina Capnodium* sp., a las secreciones azucaradas que producen y son portadoras de virus (28).

#### **2.2.6.2. Mosca blanca (*Bemisia ertil*)**

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

conocida como fumagina. Además, este insecto es portador de una gran variedad de virus que suponen una gran amenaza para la sanidad vegetal (29).

#### **2.2.6.3. Marchitez o marchitez del pimiento (*Phytophthora capsici*)**

Afecta a los pimientos en cualquier etapa de su desarrollo. Los síntomas se caracterizan por una rápida marchitez de las plantas, provocada por manchas acuosas y de color verde oscuro que pueden incluso rodear el cuello del tallo a nivel del suelo. También puede atacar frutas. Los cultivos regados con pies tienden a ser más susceptibles al ataque que los regados con aspersores porque las esporas pueden ser transportadas de un lugar a otro por el agua en las acequias. *Cercosporiosis* de pimiento u ojo de pollo (*Cercospora capsici*) (30).

#### **2.2.6.4. Damping-off**

Afecta a las especies con presencia de uno o más de los hongos nombrados, principalmente en plántulas y plantones. Hay una fuerte destrucción de tejidos, provocando amarillamiento de las hojas, curvatura del tallo y, finalmente, la muerte de la planta. Las plantas afectadas se marchitan y mueren en muy poco tiempo (31).

#### **2.2.7. Importancia del uso de biofertilizantes en la agricultura**

El uso de biofertilizantes en la agricultura es de vital importancia para promover una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Estos productos derivados de organismos vivos, como bacterias y hongos beneficiosos, proporcionan nutrientes esenciales a las plantas de manera natural, mejorando la calidad del suelo y aumentando la productividad de los cultivos. Además, los biofertilizantes ayudan a reducir la dependencia de fertilizantes químicos, disminuyendo los impactos negativos en los ecosistemas y contribuyendo a la conservación de la biodiversidad (32).

#### **2.2.8. Algas Marinas**

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

hortícolas. Son muy útiles para aumentar la cantidad de materia orgánica en el suelo (en condiciones favorables), se ha demostrado que las algas verdeazuladas microscópicas de origen marino se multiplican a gran velocidad, convirtiendo la materia orgánica de pequeños charcos y gotas en el suelo y un aumento de materia orgánica digestible (33).

#### **2.2.9. *Extractos de algas marinas***

Los extractos de algas marinas han ganado reconocimiento como una herramienta valiosa en la agricultura y la horticultura. Estos productos derivados de las algas ofrecen una amplia gama de nutrientes esenciales, hormonas vegetales y compuestos bioactivos que benefician el crecimiento y la salud de las plantas. Además, ayudan a mejorar la resistencia de las plantas al estrés abiótico, como la sequía y las altas temperaturas, promoviendo así cultivos más robustos y productivos (34).

#### **2.2.10. *Componentes de las algas marinas***

Las algas marinas son organismos vegetales que contienen una variedad de componentes beneficiosos. Estas plantas acuáticas son ricas en nutrientes esenciales como vitaminas, minerales y aminoácidos, que promueven el crecimiento y la salud de las plantas. Además, las algas marinas contienen fitohormonas naturales, como las auxinas y las citocininas, que estimulan el desarrollo de las raíces y la floración de las plantas. Asimismo, son una fuente importante de polisacáridos, como la alginina y la laminarina, que poseen propiedades estimulantes y protectoras para las plantas, mejorando su tolerancia al estrés y fortaleciendo su sistema inmunológico (35).

#### **2.2.11. *Uso de las algas marinas en la agricultura***

Su uso se ha convertido en una práctica cada vez más popular debido a los múltiples beneficios que ofrecen. Estos organismos acuáticos son una fuente natural de nutrientes esenciales y compuestos bioactivos que mejoran la calidad del suelo y promueven el crecimiento de las plantas. Los extractos de algas marinas estimulan el enraizamiento, aumentan la resistencia al estrés abiótico y mejoran la absorción de nutrientes por parte de las plantas. Además, las algas marinas actúan como bioestimulantes, mejorando la

productividad de los cultivos y promoviendo una agricultura sostenible y respetuosa con el medio ambiente (36).

#### **2.2.12. *Importancia de usar algas en los cultivos***

Las algas proporcionan una fuente rica de nutrientes esenciales, vitaminas y minerales, que promueven el crecimiento y desarrollo saludable de las plantas. Además, su capacidad para mejorar la estructura y retención de agua en el suelo favorece un ambiente propicio para el enraizamiento y absorción de nutrientes por parte de las plantas. Las algas también actúan como bioestimulantes, fortaleciendo la resistencia de las plantas frente a enfermedades, estrés abiótico y condiciones ambientales adversas (37).

#### **2.2.13. *Aplicación de extractos de algas marinas los cultivos***

Al aplicar los extractos de algas marinas, se estimula el sistema radicular de las plantas, aumentando su capacidad de absorción de agua y nutrientes del suelo. Además, promueven la resistencia de las plantas frente a enfermedades y estrés abiótico, mejorando su rendimiento y calidad. Esta aplicación de los extractos de algas marinas ha demostrado ser una alternativa sostenible y efectiva para mejorar la producción agrícola de manera respetuosa con el medio ambiente (38).

#### **2.2.14. *Efecto de las algas marinas como fertilizante***

Las algas marinas tienen un efecto extraordinario como fertilizante natural en la agricultura. Al ser ricas en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, promueven un crecimiento saludable de los cultivos. Además, su composición orgánica mejora la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y nutrientes. Esto resulta en un mayor rendimiento de los cultivos y en la mejora de su resistencia frente a enfermedades y estrés ambiental. La utilización de las algas marinas como fertilizante es una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente, que contribuye a la salud del suelo y a la producción agrícola sustentable (39).

### **CAPÍTULO III**

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en el Campus Universitario “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7.5 vía Quevedo – El Empalme. En el cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Entre las coordenadas geográficas de 79° 29’ 08” de la longitud oeste, 01° 06’ 35” de latitud sur, a una altitud de 73 metros sobre el nivel del mar.

**Figura 2.** Mapa del sitio donde se llevó a cabo el experimento.



Obtenido de: Google Maps.

#### 3.1.1. Condiciones agroclimáticas

En la siguiente tabla se muestra las características de las condiciones agro-climatológicas del lugar experimental.

**Tabla 2.** Condiciones agro-climatológicas del lugar experimental.

| Datos agroclimáticos       | Valores promedios |
|----------------------------|-------------------|
| Temperatura (°C)           | 23.4              |
| Humedad relativa (%)       | 87                |
| Precipitación (mm/anual)   | 140.8             |
| Heliofanía (horas luz/año) | 67.4              |
| Textura del suelo          | Franco-Arcilloso  |
| Topografía                 | Plana             |

Fuente: (40)

### **3.2. Tipo de investigación**

Se realizó un estudio de campo con una prueba para evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de chile, su efecto en la emergencia, crecimiento y producción del chile jalapeño, (*Capsicum annuum*) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*). El estudio se realizará en campo abierto utilizando un diseño de Diseño Completamente Al Azar, lo que permitirá el análisis de las variables de estudio, además, será necesario recolectar toda la información posible para poder determinar el tratamiento que dio mejor respuesta con algas marinas.

### **3.3. Métodos de investigación**

Entre los métodos científicos a utilizar se encuentran los siguientes:

#### **3.3.1. Deductivo**

Se utilizó para obtener datos de interés sobre los tratamientos y las necesidades particulares del efecto en la emergencia, crecimiento y producción del chile Jalapeño, (*Capsicum annuum*) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*), que permitió comprobar los pros y los contras del proyecto que se implementó.

#### **3.3.2. Inductivo**

Se utilizará con el fin de obtener datos de interés sobre la producción general del chile jalapeño, la satisfacción brindada y las necesidades específicas de los tratamientos, que permitirán comprobar los resultados y conclusiones del proyecto.

#### **3.3.3. Analítico**

Se utilizará para analizar e interpretar los datos recopilados como parte de este estudio de viabilidad de respuesta a la producción del chile Jalapeño con la biofertilización del alga marina.

### **3.3.4. Estadístico**

El método estadístico consistirá en una secuencia de procedimientos para el procesamiento de datos de investigación cualitativos y cuantitativos. Dicho tratamiento de datos tendrá como finalidad comprobar, en cuanto a la realidad, una o varias consecuencias comprobables.

### **3.4. Fuentes de recopilación de la información**

Esta investigación requerirá el uso de las siguientes fuentes para obtener la información:

#### **3.4.1. Fuentes primarias**

La obtención de información primaria se realizará a través de la observación directa de las variables de estudio. Este enfoque permitió recopilar datos precisos y relevantes para evaluar los resultados de cada tratamiento. Al observar directamente las variables, se reducirá la posibilidad de errores o interpretaciones incorrectas de los datos. Así, se asegurará una recopilación de datos confiable y objetiva, lo que brindará una base sólida para determinar el mejor resultado obtenido en cada tratamiento.

#### **3.4.2. Secundarias**

En las fuentes secundarias se utilizarán diferentes medios donde se obtendrá la información para complementar la sección teórica del ensayo, tales como: libros, artículos científicos, tesis, informes, sitios web, entre otros. Los cuáles serán seleccionados a través de búsquedas no sistemáticas en bases de datos académicas.

### **3.5. Diseño de la investigación**

#### **3.5.1. Diseño experimental**

Se utilizará un Diseño Completamente al Azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones con 15 unidades de experimentación por cada repetición. Los datos serán sometidos a Análisis de Varianza, las medias serán comparadas a través de la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $P > 0.05$ ).

### 3.5.2. *Tratamientos*

Los tratamientos se establecerán en diferentes concentraciones con los siguientes porcentajes 25%, 50%, 75% y 100% de la dosis. Las cantidades detalladas se encuentran en la Tabla 3. Los tratamientos y unidades experimentales serán usados en igualdad para los dos experimentos siendo la única diferencia el manejo del experimento y las variables a evaluar.

**Tabla 3.** *Esquema del estudio “efecto en la emergencia, crecimiento y producción del chile jalapeño (*Capsicum annuum*) con la biofertilización del alga marina (*Ascophyllum nodosum*)”*

| Tratamientos         | %    | Descripción   | Repeticiones | Plantas/UE/ | Total |
|----------------------|------|---------------|--------------|-------------|-------|
| T0                   | 0,00 | 0,000g/planta | 4            | 15          | 40    |
| T1                   | 0,25 | 0,015g/planta | 4            | 15          | 40    |
| T2                   | 0,50 | 0,030g/planta | 4            | 15          | 40    |
| T3                   | 0,75 | 0,045g/planta | 4            | 15          | 40    |
| T4                   | 1,00 | 0,060g/planta | 4            | 15          | 40    |
| <b>Total plantas</b> |      |               |              |             | 200   |

### 3.5.3. *Esquema del análisis de varianza*

El esquema del análisis de varianza se muestra a continuación en la Tabla 4.

**Tabla 4.** *Esquema del análisis de la varianza*

| Fuente de variación | Fórmula | Grado de libertad |
|---------------------|---------|-------------------|
| Tratamientos        | t-1     | 4                 |
| Error experimental  | t (r-1) | 15                |
| <b>Total</b>        | t.r-1   | 19                |

### 3.6. Delineamiento del experimento

El estudio se dividirá en dos de acuerdo con las etapas fenológicas del cultivo lo cual, se detalla a continuación:

**Estudio 1:** Determinar el efecto de la biofertilización del alga (*Ascophyllum nodosum*) en la primera etapa de desarrollo vegetal del cultivo del chile jalapeño (*Capsicum annuum*).

**Estudio 2:** Analizar el efecto de la biofertilización con el alga (*Ascophyllum nodosum*) en las variables agronómicas, productivas y económicas en el desarrollo vegetal del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum*).

**Tabla 5**

*Dosis de extracto de alga marina por tratamiento.*

| Tratamiento | Concentración de algas % | Concentración de algas en g. | Semillas del chile |
|-------------|--------------------------|------------------------------|--------------------|
| T0 Testigo  | 0                        | Agua destilada               | 40                 |
| T1          | 1,00                     | 2.4                          | 40                 |
| T2          | 0,75                     | 1.8                          | 40                 |
| T3          | 0,50                     | 1.2                          | 40                 |
| T4          | 0,25                     | 0.6                          | 40                 |

**Elaborado por:** Elaboración propia.

### 3.7. Variables a evaluar

A lo largo del estudio 1 se efectuarán las siguientes variables.

#### 3.7.1. Tiempo de Emergencia

En esta variable las semillas cumplen la fase de germinación y se la determinará desde el primer día colocadas en la bandeja de germinación hasta la salida de las hojas cotiledonales durante el primer estudio.

### **3.7.2. Porcentaje de emergencia**

Para determinar esta variable se empleará una regla de tres simples en donde el número de semilla germinada es dividido por el número de semilla total multiplicado por 100.

### **3.7.3. Altura de la planta (cm)**

Esta variable será medida desde la base del tallo hasta la parte superior de 15 plantas seleccionadas al azar para el tratamiento y repetición del área útil; el valor medido se expresará en centímetros. Dichas medidas se tomarán pasado 15 días de la aplicación de los tratamientos. Lo descrito anteriormente será para el estudio 1 y 2 con la diferencia que en el estudio 1 solo serán tomados los datos tras haber transcurrido 15 días de la germinación y haber inoculado las semillas.

### **3.7.4. Número de hojas**

Se contabilizará el número de hojas en quince individuos tomados al azar antes de que las plantas entren en etapa de floración. Para el caso del estudio 1 solo se contabilizarán las hojas al haber transcurrido 15 días desde la germinación.

### **3.7.5. Cálculo de biomasa**

#### **3.7.5.1. Biomasa fresca**

El rendimiento de biomasa fresca se determinará de cada unidad experimental del estudio 1, las cuales fueron pesadas en una gramera digital facilitada por el laboratorio de la UTEQ, donde se determinará el peso fresco y se expresará en gramos (g).

#### **3.7.5.2. Biomasa seca**

Ya determinado el rendimiento de biomasa fresca se procederá a colocar las muestras en la estufa por 48 horas a 65 °C, transcurrido ese tiempo las muestras serán pesadas obteniendo la cantidad de peso seco, esta variable se expresará en gramos (g).

A lo largo del estudio 2 se efectuarán las siguientes variables.

### **3.7.6. Longitud, diámetro y peso promedio del fruto**

Las variables de longitud, diámetro y peso promedio de los frutos serán expresadas en centímetros (cm) y gramos (g), de todos los frutos de todas las cosechas de 15 plantas, tomadas al azar del área aprovechable, cada tratamiento y repetición; será determinado usando un calibrador Vernier y una balanza eléctrica.

### **3.7.7. Análisis económico**

El análisis económico se determinará mediante la relación beneficio/costo, los ingresos se tomarán de la venta de los frutos considerando el peso final. Se incluirán los siguientes parámetros.

#### **3.7.7.1. Ingreso bruto por tratamiento**

Este rubro se derivará de la suma de los valores en la fase de investigación, para lo cual se propone la siguiente fórmula:

**Ecuación 1** *Ingreso bruto por tratamiento.*

$$IB = Y \times PY$$

**Donde:**

**IB** = ingreso bruto

**Y**= producto

**PY**= precio del producto

#### **3.7.7.2. Costos totales por tratamiento**

Se establecerá sumando los costos fijos y variables de acuerdo con la siguiente fórmula:

**Ecuación 2** *Costos totales por tratamiento*

$$\text{Costo Total} = \text{Costos Fijos} + \text{Costos variables}$$

### **3.7.7.3. Utilidad neta**

Se determinará por la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales. Se calculará mediante la fórmula:

**Ecuación 3** *Utilidad neta.*

$$BN = IB - CT$$

**Donde:**

**BN** = Beneficio neto

**IB** = ingreso bruto

**CT** = costo total

### **3.7.7.4. Relación costo beneficio**

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

**Ecuación 4** *Relación costo beneficio.*

$$B/C = BN/CT$$

**Donde:**

**R B/C** = relación costo-beneficio

**BN** = Beneficio neto

**CT** = costo total

## **3.8. Manejo del experimento**

### **3.8.1. Establecimiento de semilleros**

Se usarán bandejas de germinación y turba con el fin de proporcionar las mejoras condiciones a las semillas, se colocará una semilla por alveolo; este proceso se realizará dos veces usando dos bandejas, una para cada estudio.

### **3.8.2. *Preparación del suelo***

La preparación del suelo consistirá en limpiar todo el suelo de malezas, rastrojos de plantas no deseadas presentes en el sitio, se empleará el azadón con mano de obra humana con la idea de tener tierra suelta y apta para trasplantar plántulas de Chile Jalapeño.

### **3.8.3. *Delineación del suelo***

La delimitación de la parcela experimental se realizará con el fin de determinar la ubicación de las parcelas de acuerdo con el croquis de campo, para ello se utilizará carrizo de 1 m de largo, para determinar los surcos y resaltar las parcelas estudiadas, los puntos donde se encuentran las plantas.

### **3.8.4. *Trasplante***

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

### **3.8.5. *Tutorado***

Para determinar el tamaño de cada área repetida y estudiada se utilizarán latillas de caña de 0,80 m, latillas de 1,20 m ubicados a 10 cm de la planta, este trabajo será necesario para mantener la planta en posición erguida, ya que los tallos de pimiento caen con facilidad, se llevan tutores presionando las plantas y, evitando el acame por el viento.

### **3.8.6. *Aporcado***

Este trabajo es muy importante, consistirá en cubrir con tierra parte del tallo de la planta, favoreciendo el desarrollo del sistema radicular y evitando que la planta gire con facilidad.

### **3.8.7. Poda**

Se eliminarán las hojas inferiores y los brotes para equilibrar y reducir la transpiración excesiva de la planta, aumentar el tamaño y mejorar la uniformidad de la planta.

### **3.8.8. Aclareo de frutos**

Se procederá a remover los primeros frutos que se desarrollan en la horquilla de la planta, con el fin de obtener frutos más uniformes y de mayor tamaño, aumentando el rendimiento al momento de la recolección de los frutos.

### **3.8.9. Control de malezas**

El control de malezas se hará a mano, usando materiales como machetes para evitar competir con los cultivos por los nutrientes.

### **3.8.10. Control fitosanitario**

Para la prevención y control de plagas y enfermedades se aplicará Captan y Pyricor en el hoyo durante el trasplante para evitar el ataque de insectos. A partir de ese momento se aplicarán insecticidas, acaricidas según calendario cada 10-15 días: acetamiprid (rescate) 200 g/ha, clorpyrifos y furadan 3 kg/ha. También se utilizarán los siguientes fungicidas: Captan 1 kg/ha, Phyton y Maxim para combatir hongos tipo Fusarium.

### **3.8.11. Fertilización**

Se utilizarán fertilizantes, con multiplicidad de aplicaciones, 15 días después del trasplante, 4 aplicaciones 15, 30, 45, 60 días después del trasplante, utilizando una bomba de mochila, con el fin de humedecer bien el suelo alrededor de la planta.

### **3.8.12. Cosecha**

Este trabajo se realizará de forma manual cuando los frutos alcancen la madurez fisiológica y se encuentren en condiciones óptimas para su realización, se realizarán tres cosechas estimadas a los 80, 90 y 100 días después de la siembra del cultivo de Chile Jalapeño.

### 3.9. Recursos humanos y materiales

#### 3.9.1. *Talento humano*

- Dra. Ana Ruth Álvarez Sánchez (Directora del Proyecto de Investigación)
- Álvarez Paladines Marcelo Alejandro (Autor del Proyecto de Investigación)

#### 3.9.2. *Materiales de cultivo*

Los materiales de cultivo que se utilizarán en la investigación serán los siguientes:

**Tabla 5.** *Materiales de cultivo que se usaran en la investigación*

| <b>Materiales de cultivo</b> | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------|---------------|-----------------|
| Alga 600 (sobre)             | g             | 1000            |
| Bandeja de germinación       | u             | 2               |
| Aspersor de mochila          | u             | 1               |
| Aspersor de mano             | u             | 1               |
| Azadón                       | u             | 2               |
| Calibrador digital           | u             | 1               |
| Fundas de papel (12x25cm)    | u             | 100             |
| Cinta métrica                | u             | 1               |
| Flexómetro                   | u             | 1               |
| Machetes                     | u             | 3               |
| Tijera de pelar o navaja     | u             | 1               |
| Turba                        | lb            | 3               |
| Piola                        | m             | 100             |
| Semillas de chile (sobre)    | g             | 40              |
| Fertilizante                 | kg            | 10              |
| Insecticidas                 | l             | 1               |
| Fungicida                    | l             | 1               |

**Elaborado por:** Álvarez, 2023

### 3.9.3. Equipos

**Tabla 6.** *Equipos que se utilizaran en la investigación*

| <b>Equipos</b>           | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|--------------------------|---------------|-----------------|
| Balanza digital de campo | u             | 1               |
| Balanza de precisión     | u             | 1               |
| Estufa de aire forzado   | u             | 1               |
| Computadora              | u             | 1               |

**Elaborado por:** Álvarez, 2023

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

## 4.1. Resultados de Estudio 1

### 4.1.1. Porcentaje de la emergencia

Según el análisis de varianza (Anova), hay diferencias significativas en la variable del porcentaje de germinación donde se puede observar que el tratamiento 1 tuvo un 100% de germinación a los 10 días de siembra, mientras el tratamiento 4 obtuvo el menor porcentaje de germinación. Los tratamientos 0, 2, 3 obtienen resultados positivos y claramente podemos observar que el tratamiento con Biofertilizante entre mayor cantidad mejora los resultados en plantas emergidas. De acuerdo con Díaz *et al.* (2017) (41) el porcentaje de emergencia en el cultivo de chile jalapeño es un factor crucial que influye directamente en el rendimiento y la calidad de la cosecha; por lo tanto, lograr un alto porcentaje de emergencia es fundamental para establecer una base sólida para el cultivo de chile jalapeño y maximizar el potencial de rendimiento y calidad de la cosecha final.

**Tabla 7.** *Porcentaje de emergencia*

| Tratamiento      | Número de semillas sembradas | Número de plantas emergidas | Porcentaje de emergencia |
|------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| T0: 0.0g/planta  | 40                           | 25 D                        | 62,5A                    |
| T1: 2.4g /planta | 40                           | 40 A                        | 100A                     |
| T2: 1.8g /planta | 40                           | 37 B                        | 92,5A                    |
| T3: 1.2g /planta | 40                           | 30 C                        | 75A                      |
| T4: 0.6g /planta | 40                           | 15 E                        | 37,5A                    |

Elaborado por: Álvarez, 2023

### 4.1.2. Altura de las plantas

Según el análisis de varianza existe una diferencia, como se visualiza en la tabla 8 el tratamiento 1 es el que el mayor promedio de altura obtuvo ya que el uso de alga se mantuvo con una concentración al 100% en un nivel intermedio el tratamiento 2 y 3 que tiene un concentrado de 75 % y 50% respectivamente y los tratamientos 0 y 4 no presentan los resultados deseados. Estos resultados se pueden comparar con los de Ali *et al.* (2019) (42), quienes indican que la aplicación foliar de *Ascophyllum nodosum* en plantas de tomate y pimiento mejoró significativamente todos los parámetros de crecimiento de las plantas, incluida la altura de las plantas, el número de hojas, la longitud de las raíces y la biomasa seca lo que concuerda con la biofertilización en el cultivo de jalapeño donde la aplicación de *Ascophyllum nodosum* mejoró la altura de la planta en comparación con el testigo.

**Tabla 8.** *Altura de las plantas germinadas*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Promedios</b> |
|--------------------|------------------|
| T0: 0.0g/planta    | 5,27 B           |
| T1: 2.4g /planta   | 7,66 A           |
| T2: 1.8g /planta   | 7,26 A           |
| T3: 1.2g /planta   | 7,26 A           |
| T4: 0.6g /planta   | 6,69 A           |
| CV%                | 17,43            |

**Elaborado por:** Álvarez, 2023

#### **4.1.3. Largo de hoja**

Según el análisis de varianza no existe una diferencia significativa en la longitud promedio y podemos concluir que el alga en menor concentración ayuda en el crecimiento foliar por ello en la tabla 9 se visualiza que el tratamiento 4 es el que mayor longitud obtuvo y los tratamientos 1-2 presentaron resultados similares, mientras que los tratamientos 0-3 estuvieron por debajo de lo esperado. En comparación con los resultados obtenidos por Holguín Alvarado (2018) (43) en plantas de lechuga donde aplicando bioestimulantes Stimplex a altas dosis se obtuvieron hojas más largas a diferencia de la aplicación de biofertilizantes a base *Ascophyllum nodosum* en el cultivo de jalapeño donde no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos.

**Tabla 9.** *Longitud de hoja*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Promedios</b> |
|--------------------|------------------|
| T0: 0.0g/planta    | 2,58 A           |
| T1: 2.4g /planta   | 3,29 A           |
| T2: 1.8g /planta   | 3,05 A           |
| T3: 1.2g /planta   | 2,59 A           |
| T4: 0.6g /planta   | 3,43 A           |
| CV%                | 23,25            |

**Elaborado por:** Álvarez, 2023

#### **4.1.4. Ancho de hoja**

Según el análisis de varianza no existe diferencia significativa entre el tratamiento 1-4 ya que a pesar de que tienen diferentes concentraciones del alga, el T1 100% y T4 al 25% el promedio es el mismo, mientras que tratamiento 0-3 presentaron un ancho menor a la media y el tratamiento 2 presenta un promedio aceptable.

En comparación con los resultados obtenidos por Holguin Alvarado (2018) (43) en plantas de lechuga donde aplicando bioestimulantes Stimplex a altas dosis se obtuvieron hojas más anchas a diferencia de la aplicación de biofertilizantes a base *Ascophyllum nodosum* en el cultivo de jalapeño donde no se presentó diferencia estadística entre los tratamientos, evidenciando así que conocer este parámetro en el cultivo de chile jalapeño es esencial para mantener plantas saludables y productivas, lo que a su vez conduce a una cosecha más abundante y de mejor calidad. Además, permite una gestión más eficiente de los recursos agrícolas.

**Tabla 10.** Ancho de hoja.

| Tratamiento      | Promedios |
|------------------|-----------|
| T0: 0.0g/planta  | 1,31 A    |
| T1: 2.4g /planta | 1,85 A    |
| T2: 1.8g /planta | 1,67 A    |
| T3: 1.2g /planta | 1,35 A    |
| T4: 0.6g /planta | 1,85 A    |
| CV%              | 20,62     |

Elaborado por: Álvarez, 2023

#### 4.1.5. Longitud de raíz

Según el análisis de la varianza presenta que los resultados se asemejan a pesar de que el tratamiento 4 donde la aplicación del alga es en menor concentración obtuvo una ligera diferencia en la longitud promedio, mientras que los tratamientos 0-1-2-3 obtuvieron resultados que no marcaron mayor diferencia entre ellos. Las plantas del cultivo de jalapeño no mostraron ninguna diferencia significativa entre los tratamientos lo cual no concuerda con los datos de Heredia (2021) (44) obtenidos en plantas de tabaco, quien alcanzo resultados positivos sobre el crecimiento de la raíz con la aplicación de bioestimulantes a bases de algas marinas donde el tratamiento 1 Basfoliar algae (1,5 L/h) obtuvo el mejor promedio seguido del tratamiento T2 Ergostim (1,2 L/h) dejando a los bioestimulantes a base de *Ascophyllum nodosum* T3 y T4 por debajo de los dos primeros con medias muy similares.

**Tabla 11.** *Longitud de raíz.*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Promedios</b> |
|--------------------|------------------|
| T0: 0.0g/planta    | 4,43 A           |
| T1: 2.4g /planta   | 4,93 A           |
| T2: 1.8g /planta   | 4,57 A           |
| T3: 1.2g /planta   | 4,51 A           |
| T4: 0.6g /planta   | 5,07 A           |
| CV%                | 18,41            |

**Elaborado por:** Álvarez, 2023

## 4.2.Resultados de Estudio 2

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

De acuerdo con el Anova, en la variable altura de planta a los 30 días no se observaron diferencias significativas obteniendo un solo rango de distribución donde el tratamiento 1 registró la mejor media 8.73 cm, con un coeficiente de variación de 25.27 %. Por su parte, en la variable altura de planta a los 60 días se registran diferencias significativas observando 3 rangos de distribución, con un coeficiente de variación del 21.16 % siendo el tratamiento T1 (dosis más alta del alga 100%) el mejor de todos, se evidencia que la aplicación del alga a mayor dosis incide de manera positiva en esta variable. Para la variable altura de planta a los 90 días no se registran diferencias significativas observando 1 rango de distribución, con un coeficiente de variación del 19.15 % siendo el tratamiento T1 (dosis más alta del alga 100%) el que presenta la mejor media.

**Tabla 12.** *Altura de plantas 30, 60 y 90 días*

| <b>Tratamientos</b> | <b>30 días</b> | <b>60 días</b> | <b>90 días</b> |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|
| T0                  | 8,67 A         | 28,27AB        | 34,20 A        |
| T1                  | 8,73 A         | 32,47A         | 40,08 A        |
| T2                  | 7,63 A         | 28,00AB        | 35,97 A        |
| T3                  | 8,00 A         | 28,73AB        | 35,06 A        |
| T4                  | 7,00 A         | 26,20B         | 34,20 A        |
| CV%                 | 24,91          | 21,16          | 19,15          |

**Elaborado por:** Álvarez, 2023

Dichos resultados se pueden comparar con los obtenidos Quiancha (45), los cuales emplearon concentraciones diferentes de bioestimulantes acompañado de distintas dosis de fertilización química haciendo la medición de las plantas de jalapeños a los 60, 75, y 90 días donde se observó que las aplicaciones del bioestimulante de alga marina obtuvieron resultados con medias muy similares a los del bioestimulante a base de aminoácidos, resultados que son congruentes con los de Moreno Casas (2017) (46) quien en el cultivo de ají escabeche reportó que los tratamientos que se les había aplicado fertilizante químico en conjunto con extracto de alga poseían la mayor altura a los 60, 90, 120 y días con una altura final de 92.1 cm que corresponde al tratamiento 5 denotando una diferencia de altura de al menos un 23.5% con el tratamiento testigo 0 con una altura final de 70 cm.

También es destacable lo propuesto por Ferreira *et al* (2019) (47) en cultivos de girasol ornamental donde utilizaron dosis de bioestimulante a base de algas (*Ascophyllum nodosum*) con concentraciones de 0, 5, 10 o 15 mL L<sup>-1</sup> diluido en agua de grifo se observó que la altura de las plántulas de girasol a los 23 días incremento en base a la concentración del bioestimulante obteniendo resultados positivos para dicha variable.

#### **4.2.2. Longitud de frutos**

Los resultados del análisis de varianza para la variable longitud de frutos demostró que, si hay diferencias significativas entre los tratamientos teniendo dos rangos de distribución, siendo el tratamiento testigo (0% del alga) el que presentó el mejor promedio 7,81 cm, con un coeficiente de variación de 11.47%.

Estos valores difieren con los resultados obtenidos por Quiancha (2014) (45) en su investigación en el cultivo de jalapeño quienes no encontraron diferencias significativas para esta variable destacando que la combinación de fertilizante químico y alga marina no generó respuesta positiva en el largo del fruto; Cano Muñoz (2020) (48) asevera que aplicar bioestimulantes a base de extractos de alga marina favorecen al desarrollo de la longitud del fruto siendo el tratamiento 4 (Basfoliar algae, 1.5 l/ha) el que obtuvo una media mayor al de resto de tratamientos.

**Tabla 13.** *Longitud de frutos*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Promedios</b> |
|--------------------|------------------|
| T0: 0.0g/planta    | 7,81 A           |
| T1: 2.4g /planta   | 6,56 B           |
| T2: 1.8g /planta   | 6,56 B           |
| T3: 1.2g /planta   | 6,83 B           |
| T4: 0.6g /planta   | 6,47 B           |
| CV%                | 11,47            |

**Elaborado por:** Álvarez, 2023

#### **4.2.3. Diámetro de frutos**

En la variable diámetros del fruto el análisis de varianza mostro diferencias significativas observándose tres rangos de distribución con un coeficiente de variación 16,52 %, siendo el tratamiento testigo el que obtuvo el mejor promedio 2.50 cm y los tratamientos 1 y 2 son estadísticamente iguales los cuales obtuvieron un promedio de 2.33 cm. Cano Muñoz (2020) (48) asevera que aplicar bioestimulantes a base de extractos de alga marina favorecen al desarrollo del diámetro del fruto siendo el tratamiento 4 (Basfoliar algae (1.5 l/ha)) el que obtuvo una media mayor al de resto de tratamientos. Estos resultados son afirmados con los valores obtenidos por Quiancha (2014) (45) en su investigación en el cultivo de jalapeño quienes encontraron diferencias significativas para esta variable destacando que la combinación de fertilizante químico y alga marina genero respuesta positiva en el diámetro del fruto destacando el tratamiento 4 y 5 con medias similares.

**Tabla 14.** *Diámetro de frutos*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Promedios</b> |
|--------------------|------------------|
| T0: 0.0g/planta    | 2,50 A           |
| T1: 2.4g /planta   | 2,33 A B         |
| T2: 1.8g /planta   | 2,33 A B         |
| T3: 1.2g /planta   | 2,18 A B         |
| T4: 0.6g /planta   | 2,03 B           |
| CV%                | 16,52            |

**Elaborado por:** Álvarez, 2023

#### 4.2.4. Número de frutos

Según el análisis hay diferencias significativas en la variable número de frutos donde se puede observar que el tratamiento 0 tuvo el mejor promedio siendo este de 13,60 frutos por planta, mientras el tratamiento 4 obtuvo el menor número de frutos por planta. Los tratamientos 1, 3 obtienen resultados positivos y claramente podemos observar que el tratamiento con ningún porcentaje de Biofertilizante presenta mayor cantidad de frutos por planta. Estos resultados son comparables a los de Vega (2016) (49), quien obtuvo valores comprendidos entre 9.75 y 11.75 frutos en promedio, aplicando Alga/Tec-WP+ Lonite en diferentes concentraciones. Por otro lado, al emplear otros productos como las Giberelinas GA3 (a una concentración de 500 Mg/L), se han observado rendimientos superiores de hasta 27.6 frutos. Esto se explica por el hecho de que las plantas tratadas con esta concentración dirigen la mayoría de los nutrientes hacia la elongación de los tallos, la formación y expansión de las hojas, en lugar de destinarlos a la producción de frutos. Por consiguiente, se puede inferir que las dosis bajas de ácido giberélico son las más apropiadas para lograr un equilibrio entre la formación de frutos y su tamaño (50).

**Tabla 15.** *Número de frutos*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Promedios</b> |
|--------------------|------------------|
| T0: 0.0g/planta    | 13,60 A          |
| T1: 2.4g /planta   | 9,87 A B         |
| T2: 1.8g /planta   | 6,40 A B         |
| T3: 1.2g /planta   | 8,13 A B         |
| T4: 0.6g /planta   | 4,07 B           |
| CV%                | 92,83            |

**Elaborado por:** Álvarez, 2023

#### 4.2.5. Biomasa total

En el análisis de varianza de la biomasa fresca, se observó una diferencia estadística significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación del 7.50%. La prueba de Tukey al 5% mostró un único grupo donde los tratamientos exhibieron valores estadísticamente similares. El tratamiento T1 destacó con el mejor promedio de 595.7g, seguido por el tratamiento testigo T0, con 584.5g. En contraste, el tratamiento 4 registró un menor peso en biomasa fresca, con 473.3g.

En cuanto a la biomasa seca, el análisis de varianza reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variación del 11.71%. El tratamiento T0 (testigo) obtuvo el mejor promedio con 61.3g, seguido por los tratamientos T1 y T2, con 55.7 y 52.9g, respectivamente. En contraposición, el tratamiento T3 exhibió un menor peso en biomasa seca, con 51.2g.

En un estudio llevado a cabo por Amaresan *et al.* (2012) (51), donde se introdujeron varias especies de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV%), incluyendo *Serratia marcescens*, en plantas de *Capsicum annuum* cultivadas en macetas, se observó un aumento significativo en el número de raíces primarias y secundarias, así como una mayor altura y una mayor producción de biomasa seca; específicamente *S. marcescens* demostró un incremento del 56% en altura (19.9 cm) y del 43% en la producción de biomasa seca aérea (0.02 g) en comparación con el grupo de control (12.8 cm de altura y 0.014 g de biomasa seca).

Estos resultados se pueden ver influenciados por factores como el dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>); cantidad de CO<sub>2</sub> que las plantas absorben durante la fotosíntesis y emiten durante la respiración determina la cantidad que se fija en forma de biomasa. Este proceso usualmente representa entre el 45% y el 50% del peso seco de la planta (52). Según Kumari *et al.* (2019) (53), en condiciones protegidas, las plantas expuestas a niveles elevados de CO<sub>2</sub> (550 ± 10 ppm) registraron un mayor peso fresco (460.1 g por planta) y seco (107.2 g por planta) en comparación con aquellas cultivadas a niveles de CO<sub>2</sub> ambiente. Esto se debió al efecto de la fertilización con CO<sub>2</sub>, que estimuló una tasa de fotosíntesis elevada y la producción de compuestos estructurales adicionales, como carbohidratos, aminoácidos y proteínas.

**Tabla 16.** Biomasa fresca y seca

| Tratamiento      | Promedios de biomasa |                      |
|------------------|----------------------|----------------------|
|                  | Fresca               | Seca                 |
| T0: 0.0g/planta  | 584,5 B              | 61,3 A               |
| T1: 2.4g /planta | 595,7 A              | 55,7 B               |
| T2: 1.8g /planta | 473,3 E              | 52,9 C               |
| T3: 1.2g /planta | 509,1 D              | 51,2 E               |
| T4: 0.6g /planta | 544,4 C              | 52,6 D               |
| CV%              | 3.4*10 <sup>-7</sup> | 1.8*10 <sup>-7</sup> |

Elaborado por: Álvarez, 2023

#### 4.2.6. Rendimiento (kg/ha)

En el rendimiento del cultivo, el Anova reveló diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, presentando un coeficiente de variación del 94.19%. El tratamiento T0 (testigo) obtuvo el mejor promedio con 722.65Kg/ha, seguido por los tratamientos T1 y T3, con 534.33 y 376.43Kg/ha, respectivamente. En contraposición, el tratamiento T2 exhibió un menor peso en biomasa seca, con 275.38Kg/ha.

En variedades como chile Poblano, se han reportado que, al usar fertilizante orgánico junto con el uso de fertilizante químico, resultó en un rendimiento más alto, alcanzando 35500 Kg/ha de rendimiento. Por otro lado, la combinación de fertilizante orgánico comercial Solep® a 5 toneladas por hectárea junto con la fórmula 80N-40P-80K produjo el menor rendimiento, con 14,000 kilogramos por hectárea de frutos frescos. Este rendimiento superior puede deberse principalmente al uso de cultivares mejorados, control del régimen hídrico y la nutrición, estos últimos a partir de técnicas como el riego localizado y el fertirriego (26).

Lo anterior, permite evidenciar que la utilización de biofertilizantes posibilita aumentar la productividad en un espacio cultivado en un período breve, reducir el consumo de energía, disminuir la contaminación del suelo y el agua, y mejorar la fertilidad del suelo (49).

**Tabla 17.** *Rendimiento del cultivo*

| Tratamiento      | Promedios |
|------------------|-----------|
| T0: 0.0g/planta  | 722,65 A  |
| T1: 2.4g /planta | 534,33 AB |
| T2: 1.8g /planta | 275,38 B  |
| T3: 1.2g /planta | 376,43 AB |
| T4: 0.6g /planta | 201,26 B  |
| CV%              | 94.19     |

**Elaborado por:** Álvarez, 2023

### 4.3. Análisis económico

De acuerdo con la Tabla 18, el tratamiento testigo T0, obtuvo la mejor relación beneficio/costo con \$5.55, seguido del T1 con \$4.10.

**Tabla 18.** *Análisis económico*

| <b>Rubro</b>        | <b>T0</b>      | <b>T1</b>      | <b>T2</b>      | <b>T3</b>      | <b>T4</b>      |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Rendimiento kg/ha.  | 722.65         | 534.33         | 275.38         | 376.43         | 201.26         |
| Precio kg           | \$ 1.25        | \$ 1.25        | \$ 1.25        | \$ 1.25        | \$ 1.25        |
| Ingreso bruto       | \$ 903.31      | \$ 667.91      | \$ 344.23      | \$ 470.54      | \$ 251.58      |
| Costos totales      | \$ 137.91      | \$ 130.91      | \$ 130.91      | \$ 130.91      | \$ 130.91      |
| Utilidad neta       | \$ 765.40      | \$ 537.00      | \$ 213.32      | \$ 339.63      | \$ 120.67      |
| <b>Relación C/B</b> | <b>\$ 5.55</b> | <b>\$ 4.10</b> | <b>\$ 1.63</b> | <b>\$ 2.59</b> | <b>\$ 0.92</b> |

**Elaborado por:** Álvarez, 2023

Estos resultados revelan la importancia económica del cultivo, ya que su demanda es elevada tanto en estado fresco como procesado. Esta demanda se ve ampliada en la actualidad debido a la tendencia de consumir productos saludables. Esto se combina de manera beneficiosa con la práctica de un manejo orgánico, lo que se traduce en ganancias económicas significativas (22).

De lo mencionado anteriormente, se puede deducir que La relación beneficio-costo es esencial en el cultivo de chile jalapeño y en la agricultura en general. Evalúa la rentabilidad de un proyecto agrícola al comparar los beneficios esperados con los costos asociados. Esto permite asignar recursos de manera eficiente, tomar decisiones informadas sobre variedades y técnicas de cultivo, evaluar riesgos, planificar a largo plazo, garantizar la sostenibilidad económica y competitividad en el mercado, atraer inversores y cumplir con objetivos empresariales. En definitiva, esta relación es crucial para asegurar la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo en la agricultura.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- El tratamiento con mayor cantidad de Biofertilizante mostró una mejora significativa en la germinación de plantas, alcanzando un 100% a los 10 días de siembra, en contraste con el tratamiento 4 que obtuvo el menor porcentaje de germinación. Esto respalda la eficacia de la biofertilización en la germinación de cultivos, corroborando hallazgos previos en el cultivo de chile jalapeño.
- El tratamiento con la concentración más alta de alga (100%) resultó en la mejor altura promedio de planta a los 30 y 60 días, demostrando que una mayor dosis de alga tiene un efecto positivo en el crecimiento; sin embargo, no hubo diferencias significativas en la longitud promedio de las plantas, lo que indica que la concentración de alga no influyó en este aspecto específico del crecimiento foliar.
- El tratamiento sin alga (0%) tuvo el mejor desempeño en cuanto a longitud y diámetro de los frutos, obteniendo también el mayor número de frutos por planta. Por otro lado, el tratamiento con la mayor concentración de alga (4%) mostró el menor rendimiento en todas estas variables. Esto sugiere que, en este contexto, la ausencia de biofertilizante tuvo un impacto positivo en la producción y características de los frutos.
- Los resultados de beneficio/costo muestran una clara variación entre los diferentes tratamientos. El tratamiento T0 presenta el mayor costo, con \$5.55, mientras que el tratamiento T4 tiene el costo más bajo, con \$0.92. Esta diferencia en costos sugiere que los tratamientos pueden tener un impacto significativo en la rentabilidad del cultivo. Es importante considerar estas cifras al tomar decisiones sobre qué tratamiento aplicar, ya que pueden tener implicaciones económicas importantes para el cultivo.

## 5.2. Recomendaciones

- Para mejorar la germinación de cultivos, se sugiere utilizar Biofertilizante en una concentración más alta, como se controla en el tratamiento 1. Esto puede ser especialmente beneficioso en cultivos similares al chile jalapeño.
- En el caso del crecimiento de plantas, se recomienda utilizar una concentración alta de alga (100%) para obtener resultados óptimos en altura. Sin embargo, para mejorar la longitud de las plantas, la concentración de alga puede no ser el factor determinante.
- Si el objetivo es maximizar la producción y calidad de los frutos, se aconseja evitar la aplicación de alga (0%) o utilizarla en concentraciones mínimas. Esto demuestra ser más efectivo en términos de longitud, diámetro y cantidad de frutos por planta.

## **CAPÍTULO VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. De León Lázaro G. La globalización y su influencia en la agricultura. *Anu Juríd Económico Ecur* [Internet]. 2018;(51):389-410. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6332793.pdf>
2. Houtart F. La agricultura campesina e indígena como una transición hacia el bien común de la humanidad: el caso de Ecuador. *Desacatos* [Internet]. 2018;(56):177-87. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1607-050X2018000100177](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-050X2018000100177)
3. Florez-Jalixto M, Roldán-Acero D, Omote-Sibina J, Molleda-Ordoñez A. Biofertilizantes y bioestimulantes para uso agrícola y acuícola: Bioprocesos aplicados a subproductos orgánicos de la industria pesquera. *Sci Agropecu* [Internet]. 2021;12(4):635-51. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172021000400635](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172021000400635)
4. Espinosa-Antón AA, Hernández-Herrera RM, González-González M. Extractos bioactivos de algas marinas como bioestimulantes del crecimiento y la protección de las plantas. *Biotechnol Veg*. 2020;20(4):257-82.
5. Pérez-Madruga Y, López-Padrón I, Reyes-Guerrero Y. Las algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos. *Cultiv Trop*. 2020;41(2).
6. Espinosa-Antón AA, Hernández-Herrera RM, González González M. Potencial de las macroalgas marinas como bioestimulantes en la producción agrícola de Cuba. *Cent Agríc* [Internet]. 2021;48(3):81-92. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852021000300081&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0253-57852021000300081&script=sci_arttext&tlng=pt)
7. Cruz FV, García FE, Sato MP, Marroquín GJP, Flores JAA. Emprendimiento en la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Rev Biológico Agropecu Tuxpan* [Internet]. 2022;10(1):73-83. Disponible en: <https://revistabioagro.mx/index.php/revista/article/view/405>
8. Ríos AM, Gamboa JAA. Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México. *Av En Investig Agropecu*. 2014;18(3):35-40.

9. López-Padrón I, Martínez-González L, Pérez-Domínguez G, Reyes-Guerrero Y, Núñez-Vázquez M, Cabrera-Rodríguez JA. Las algas y sus usos en la agricultura. Una visión actualizada. *Cultiv Trop* [Internet]. 2020;41(2). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362020000200010&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362020000200010&script=sci_arttext&tlng=pt)
10. Araujo-Abad S, Collahuazo-Reinoso Y. Producción de biofertilizantes a partir de microalgas. *Cedamaz* [Internet]. 2019;9(2):81-7. Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/648>
11. Soto-Jimenez MF, Ochoa-Izaguirre MJ, Bojorquez-Mascareño EI, Soto-Jimenez MF, Ochoa-Izaguirre MJ, Bojorquez-Mascareño EI. Beneficios de los florecimientos macroalgales para la producción de biofertilizantes. *Rev Mex Cienc Agríc* [Internet]. diciembre de 2019 [citado 24 de septiembre de 2023];10(8):1863-74. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-09342019000801863&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342019000801863&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
12. Velázquez BRR. La vieja agricultura y la nueva ruralidad: enfoques y categorías desde el urbanismo y la sociología rural. *Sociológica México* [Internet]. 2015;(51):49-71. Disponible en: <http://www.sociologiamexico.azc.uam.mx/index.php/Sociologica/article/view/394>
13. Yhony VL, Josselyn MQ, Karen QQ, Alfredo CL, Williams MG, Julio GO. Los bioestimulantes: Una innovación en la agricultura para el cultivo del café (*Coffea arabica* L) Biostimulants: An innovation in agriculture for coffee cultivation (*Coffea arabica* L). *J Selva Andina Res Soc* [Internet]. 2020;11(1):18-28. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/235/2351056003/2351056003.pdf>
14. Barajas LNA. Biofertilizantes: conceptos, beneficios y su aplicación en Colombia. *Ingencia* [Internet]. 23 de agosto de 2017 [citado 24 de septiembre de 2023];2(1):65-76. Disponible en: [https://editorial.ucentral.edu.co/ojs\\_uc/index.php/Ingencia/article/view/2353](https://editorial.ucentral.edu.co/ojs_uc/index.php/Ingencia/article/view/2353)
15. Peralta NR, Barbieri P, Gowland T, Aparicio V, Costa JL. Agricultura de precisión: dosis variable de nitrógeno en cebada. *Cienc Suelo* [Internet]. 2015;33(1):0-0. Disponible

en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=s1850-20672015000100013&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=s1850-20672015000100013&script=sci_arttext&tlng=pt)

16. Kruk BC. Disminución de la emergencia de malezas en diferentes escenarios agrícolas bajo siembra directa. *Agron Ambiente* [Internet]. 2015;35(2). Disponible en: <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/47>
17. Sánchez-Toledano BI, Cuevas-Reyes V, Kallas Z, Zegbe JA. Preferences in 'jalapeño' pepper attributes: a choice study in Mexico. *Foods* [Internet]. 2021;10(12):3111. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/12/3111>
18. antestodoestoeracampo.net. 9 lecciones sobre el cultivo de chile jalapeño - Antes Todo Esto Era Campo [Internet]. 2019 [citado 24 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.antestodoestoeracampo.net/chile-jalapeno/>
19. Longatti BF. Melhoramento genético de pimenta do tipo Jalapeño (*Capsicum annuum* L.). 2019; Disponible en: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-22012020-104830/?gathStatIcon=true>
20. Camacho-Rodríguez M, Almaraz-Suárez JJ, Vázquez-Vázquez C, Angulo-Castro A, Ríos-Vega ME, González-Mancilla A. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on the growth and yield of jalapeño pepper. *Rev Mex Cienc Agríc* [Internet]. 2022;13(SPE28):185-96. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342022001000185&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342022001000185&script=sci_arttext&tlng=en)
21. Briones Tapia JS, Peñafiel Acurio FS. Respuesta agronómica del chile jalapeño (*capsicum annum*) con diferentes dosis de fertilizantes químicos, orgánicos y biológicos. 2023; Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10084>
22. Ayala Sigcha CA. "Producción del chile jalapeño (*Capsocum annuum* L Cv. Jalapeño) con la aplicación de diferente dosis de biofertilizantes orgánicos foliares en la comunidad de Chipe Hamburgo 2". 2020;
23. Periañez García JC. Fertilizantes foliares con acción bioestimulante, en produccion y calidad de chile serrano (*Capsicum annum* l.). 2021; Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/5bbda0d1-d483-4b83-a2e4-6385e5d0ad5e>

24. Tubeileh AM, Stephenson GT. Soil amendment by composted plant wastes reduces the *Verticillium dahliae* abundance and changes soil chemical properties in a bell pepper cropping system. *Curr Plant Biol* [Internet]. 1 de junio de 2020 [citado 24 de septiembre de 2023];22:100148. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214662820300293>
  
25. Fufa N, Abera G, Etissa E. Agronomic and economic performance of hot pepper (*Capsicum annum* L.) in response to blended fertilizer supply at Asossa, Western Ethiopia. *Int J Plant Soil Sci* [Internet]. 2019;26(2):1-11. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/330525539\\_Agronomic\\_and\\_Economic\\_Performance\\_of\\_Hot\\_Pepper\\_Capsicum\\_annuum\\_L\\_in\\_Response\\_to\\_Blended\\_Fertilizer\\_Supply\\_at\\_Asossa\\_Western\\_Ethiopia](https://www.researchgate.net/publication/330525539_Agronomic_and_Economic_Performance_of_Hot_Pepper_Capsicum_annuum_L_in_Response_to_Blended_Fertilizer_Supply_at_Asossa_Western_Ethiopia)
  
26. Tlelo-Cuautle AM, Taboada-Gaytán OR, Cruz-Hernández J, López-Sánchez H, López PA. Efecto de la fertilización orgánica y química en el rendimiento de fruto de chile Poblano. *Rev Fitotec Mex* [Internet]. 2020;43(3):238-238. Disponible en: <https://revfitotecnia.mx/index.php/RFM/article/view/733>
  
27. Maraña Santacruz JÁ, Castellanos Pérez E, Vázquez Vázquez C, Martínez Ríos JJ, Trejo Escareño HI, Gallegos Robles MÁ, et al. Rendimiento de chile jalapeño con lixiviado de lombriz con dos métodos de riego. *Terra Latinoam* [Internet]. 2018;36(4):345-54. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792018000400345&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792018000400345&script=sci_arttext)
  
28. Robledo A, Cano I, Mourrut J, Pekas A. Control de pulgón en pimiento ecológico bajo invernadero en el sudeste peninsular. *Phytoma Esp Rev Prof Sanid Veg* [Internet]. 2019;(306):30-9. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Apostolos-Pekas/publication/331357962\\_Control\\_de\\_pulgón\\_en\\_pimiento\\_ecologico\\_bajo\\_invernadero\\_en\\_el\\_sudeste\\_peninsular/links/5e47c22692851c7f7f3b224e/Control-de-pulgon-en-pimiento-ecologico-bajo-invernadero-en-el-sudeste-peninsular.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Apostolos-Pekas/publication/331357962_Control_de_pulgón_en_pimiento_ecologico_bajo_invernadero_en_el_sudeste_peninsular/links/5e47c22692851c7f7f3b224e/Control-de-pulgon-en-pimiento-ecologico-bajo-invernadero-en-el-sudeste-peninsular.pdf)
  
29. Vélez-Ruiz MC, Meza-Vera RJ, Abasolo-Pacheco F, Álvarez-Romero PI. Uso de extractos botánicos para el control de pulgón (*Myzus persicae*: Aphididae) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*: Aleyrodidae) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum*: Solanaceae), en Ecuador. *Terra Latinoam*. 2022;40.

30. Reyes-Tena A, Rodríguez-Alvarado G, Santillán-Mendoza R, Díaz-Celaya M, Fernández-Pavía SP. Marchitez causada por *Fusarium solani* en chile chilaca (*Capsicum annuum*) en Michoacán. *Rev Mex Fitopatol* [Internet]. 2019;37(1):43-7. Disponible en: <https://rmf.smf.org.mx/Vol3712019E/RMF1904-1.pdf>
31. Márquez Yáñez SA. Manejo integrado de Damping off, en el cultivo de Ají Jalapeño *Capsicum annuum*. 2020;
32. Agarwal P, Gupta R, Gill IK. Importance of biofertilizers in agriculture biotechnology. *Ann Biol Res*. 2018;9(3):1-3.
33. Stengel DB, Connan S. Natural products from marine algae. *Methods Mol Biol* [Internet]. 2015;1308:1-37. Disponible en: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-1-4939-2684-8.pdf>
34. Mukherjee A, Patel JS. Seaweed extract: biostimulator of plant defense and plant productivity. *Int J Environ Sci Technol* [Internet]. 1 de enero de 2020 [citado 24 de septiembre de 2023];17(1):553-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13762-019-02442-z>
35. Shannon E, Conlon M, Hayes M. Seaweed components as potential modulators of the gut microbiota. *Mar Drugs*. 2021;19(7):358.
36. Nabti E, Jha B, Hartmann A. Impact of seaweeds on agricultural crop production as biofertilizer. *Int J Environ Sci Technol* [Internet]. 2017;14:1119-34. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-016-1202-1>
37. Trentacoste EM, Martinez AM, Zenk T. The place of algae in agriculture: policies for algal biomass production. *Photosynth Res* [Internet]. 2015;123:305-15. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11120-014-9985-8>
38. Begum M, Bordoloi BC, Singha DD, Ojha NJ. Role of seaweed extract on growth, yield and quality of some agricultural crops: A review. *Agric Rev* [Internet]. 2018;39(4):321-6. Disponible en: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ar&volume=39&issue=4&article=008>

39. Vijayakumar S, Durgadevi S, Arulmozhi P, Rajalakshmi S, Gopalakrishnan T, Parameswari N. Effect of seaweed liquid fertilizer on yield and quality of *Capsicum annum* L. *Acta Ecol Sin* [Internet]. 2019;39(5):406-10. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1872203218301884>
40. INIAP. Información agrometeorológica de la Finca Experimental ‘La María’ [Internet]. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Estación Experimental Tropical Pichilingue. Departamento Agrometeorológico; 2018. Disponible en: <http://www.risti.xyz/issues/ristie44.pdf>
41. Díaz-Franco A, Alvarado-Carrillo M, Alejandro-Allende F, Ortiz-Chairez FE. Uso de abono orgánico y micorriza arbuscular en la producción de repollo. *Rev Chapingo Ser Zonas Áridas* [Internet]. 2017;16(1):15-21. Disponible en: [https://web.archive.org/web/20200324163519id\\_/https://www.redalyc.org/pdf/4555/455552312004.pdf](https://web.archive.org/web/20200324163519id_/https://www.redalyc.org/pdf/4555/455552312004.pdf)
42. Ali O, Ramsubhag A, Jayaraman J. Biostimulatory activities of *Ascophyllum nodosum* extract in tomato and sweet pepper crops in a tropical environment. *PLoS One* [Internet]. 2019;14(5):e0216710. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0216710>
43. Holguín Alvarado MD. Respuesta agronómica del cultivo de lechuga *Lactuca sativa* L. ante la aplicación de dos biofertilizantes con tres dosis. 2018; Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/35462/1/Holgu%c3%adn%20Alvarado%20%20Mar%c3%ada%20Danniela.pdf>
44. Heredia Moran JJ. Respuesta agronómica del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) a la aplicación de cuatro bioestimulantes en etapa de vivero. 2021; Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6469>
45. Quiancha Chuquimarca WP. Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de Ají Jalapeño (*capsicum annum* l.), sometido a tres niveles de fertilización y dos bioestimulantes orgánicos en la zona de Pifo, provincia de Pichincha”. 2014;
46. Moreno Casas SL. Extractos de algas marinas en el rendimiento y calidad de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) bajo condiciones de Cañete. 2017;

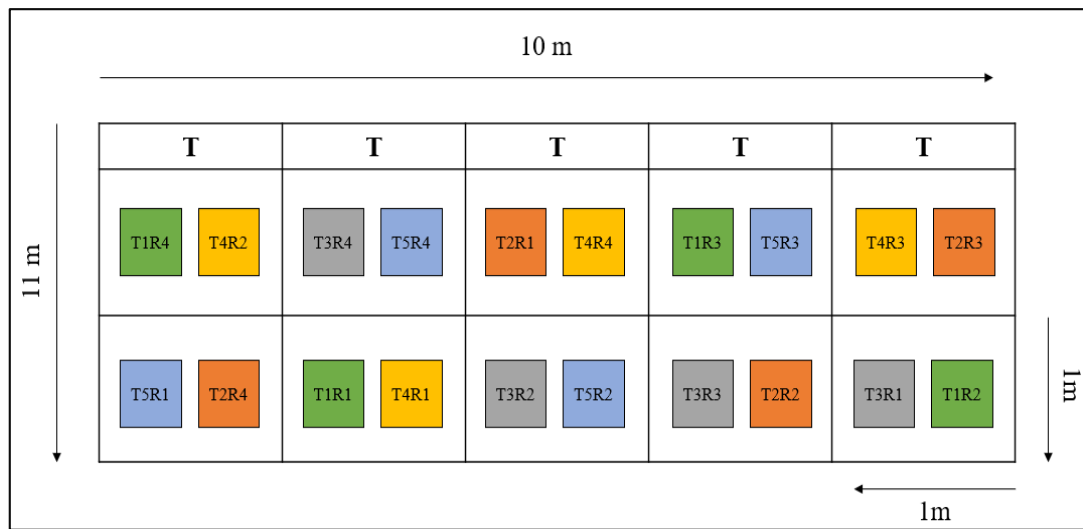
47. Ferreira dos Santos PL, Zabotto AR, Correa Jordao HW, Boas V, Lyra R, Broetto F, et al. Use of seaweed-based biostimulant (*Ascophyllum nodosum*) on ornamental sunflower seed germination and seedling growth. *Ornam Hortic-Rev Bras Hortic Ornam* [Internet]. 2019;231-7. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/oh/a/7VwQtZRrTLcr4Fk9qs3S4mv/>
  
48. Cano Muñoz IA. Respuesta del cultivo de ají habanero (*Capsicum chinense*) a la aplicación de tres abonos foliares a base de algas marinas en el recinto Guapara, provincia de Cotopaxi”. 2020; Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6036>
  
49. Vega Lutuala WJ. Evaluación del rendimiento de pimiento (*Capsicum annuum*) mediante la aplicación edáfica de extractos de algas marinas (*ascophyllum nodosum*), ácidos húmicos y fúlvicos en la zona de Quevedo. 2016 [citado 10 de octubre de 2023]; Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1915>
  
50. Pichardo-González JM, Guevara-Olvera L, Couoh-Uicab YL, González-Cruz L, Bernardino-Nicanor A, Medina HR, et al. Efecto de las giberelinas en el rendimiento de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.). *Rev Mex Cienc Agríc* [Internet]. agosto de 2018 [citado 10 de octubre de 2023];9(5):925-34. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2007-09342018000500925&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-09342018000500925&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  
51. Amaresan N, Jayakumar V, Kumar K, Thajuddin N. Isolation and characterization of plant growth promoting endophytic bacteria and their effect on tomato (*Lycopersicon esculentum*) and chilli (*Capsicum annuum*) seedling growth. *Ann Microbiol* [Internet]. junio de 2012 [citado 10 de octubre de 2023];62(2):805-10. Disponible en: <https://annalsmicrobiology.biomedcentral.com/articles/10.1007/s13213-011-0321-7>
  
52. Sofo A, Nuzzo V, Palese AM, Xiloyannis C, Celano G, Zukowskyj P, et al. Net CO<sub>2</sub> storage in Mediterranean olive and peach orchards. *Sci Hortic* [Internet]. 2005;107(1):17-24. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423805002116>
  
53. Kumari M, Verma S, Bhardwaj S. Effect of elevated CO<sub>2</sub> and temperature on crop growth and yield attributes of bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *J Agrometeorol* [Internet]. 2019;21(1):1-6. Disponible en: <https://www.journal.agrimetassociation.org/index.php/jam/article/view/195>

**CAPITULO VII**  
**ANEXOS**

## ANEXOS

### Anexo 1. Croquis experimental

Área experimental total: 110m<sup>2</sup>



## Anexo 2. Evidencias fotográficas

Preparación del terreno



Semillero



Trasplante



## Identificación de tratamientos



## Diámetro del fruto



## Análisis de laboratorio



## Muestras de ají



### Anexo 3. Andeva de las variables

#### *Andeva de la variable longitud del fruto*

| <b>FV</b>   | <b>gl</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo      | 4         | 17.35     | 4.34      | 6.95     | 0.0001         |
| Tratamiento | 4         | 17.35     | 4.34      | 6.95     | 0.0001         |
| Error       | 70        | 43.68     | 0.62      |          |                |
| Total       | 74        | 61.03     |           |          |                |

#### *Andeva de la variable diámetro del fruto*

| <b>FV</b>   | <b>gl</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo      | 4         | 1.85      | 0.46      | 3.28     | 0.016          |
| Tratamiento | 4         | 1.85      | 0.46      | 3.28     | 0.016          |
| Error       | 70        | 9.88      | 0.14      |          |                |
| Total       | 74        | 11.73     |           |          |                |

#### *Andeva de la variable número de frutos*

| <b>FV</b>   | <b>gl</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo      | 4         | 780.59    | 195.15    | 3.20     | 0.018          |
| Tratamiento | 4         | 780.59    | 195.15    | 3.20     | 0.018          |
| Error       | 70        | 4269.6    | 60.99     |          |                |
| Total       | 74        | 5050.19   |           |          |                |

#### *Andeva de la variable altura de la planta (30 días)*

| <b>FV</b>   | <b>gl</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo      | 4         | 31.75     | 7.94      | 1.94     | 0.1135         |
| Tratamiento | 4         | 31.75     | 7.94      | 1.94     | 0.1135         |
| Error       | 70        | 286.5     | 4.09      |          |                |
| Total       | 74        | 318.25    |           |          |                |

#### *Andeva de la variable altura de la planta (60 días)*

| <b>FV</b>   | <b>gl</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo      | 4         | 316.67    | 79.17     | 2.14     | 0.0847         |
| Tratamiento | 4         | 316.67    | 79.17     | 2.14     | 0.0847         |
| Error       | 70        | 2588      | 36.97     |          |                |
| Total       | 74        | 2904.67   |           |          |                |

*Andeva de la variable altura de la planta (90 días)*

| <b>FV</b>   | <b>gl</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo      | 4         | 347.28    | 86.82     | 1.83     | 0.1323         |
| Tratamiento | 4         | 347.28    | 86.82     | 1.83     | 0.1323         |
| Error       | 70        | 3316.47   | 47.38     |          |                |
| Total       | 74        | 3663.75   |           |          |                |

*Andeva de la variable altura de Biomasa fresca*

| <b>FV</b>   | <b>gl</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b>            | <b>p valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|----------------|
| Modelo      | 4         | 157440    | 39360.00  | 1148000000000000.00 | <0.0001        |
| Tratamiento | 4         | 157440    | 39360.00  | 1148000000000000.00 | <0.0001        |
| Error       | 70        | 2.4E-09   | 0.00      |                     |                |
| Total       | 74        | 157440    |           |                     |                |

*Andeva de la variable Biomasa seca*

| <b>FV</b>   | <b>gl</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo      | 966.78    | 157440    | 162.85    | -        | <0.0001        |
| Tratamiento | 966.78    | 157440    | 162.85    | -        | <0.0001        |
| Error       | 0         | 2.4E-09   | -         |          |                |
| Total       | 966.78    | 157440    |           |          |                |

*Andeva de la variable rendimiento*

| <b>FV</b>   | <b>gl</b> | <b>SC</b>  | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p valor</b> |
|-------------|-----------|------------|-----------|----------|----------------|
| Modelo      | 4         | 2629664.99 | 657416.25 | 4.16     | 0.004          |
| Tratamiento | 4         | 2629664.99 | 657416.25 | 4.16     | 0.004          |
| Error       | 70        | 11059017.8 | 157985.97 |          |                |
| Total       | 74        | 13688682.8 |           |          |                |