



**Evaluación de la eficacia de Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annum*) variedad campero en el**

**Cantón Rumiñahui**

Escobar Tamayo, Melanie Micaela

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Urbano Salazar, Ruth Elizabeth PhD.

22 de febrero del 2023



## Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

### Carrera Agropecuaria

#### Certificación:

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Evaluación de la eficacia de Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad campero en el Cantón Rumiñahui**, fue realizado por la señorita: **Escobar Tamayo, Melanie Micaela**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 22 de febrero del 2023



Ing. Urbano Salazar, Ruth Elizabeth PhD.

C. C: 1709787939

# Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos

## Informe de originalidad

---

NOMBRE DEL CURSO  
REVISION DE TESIS

NOMBRE DEL ALUMNO  
ESCOBAR TAMAYO MELANIE MICAELA

NOMBRE DEL ARCHIVO  
ESCOBAR TAMAYO MELANIE MICAELA - TESIS MARTINEZ

SE HA CREADO EL INFORME  
22 feb 2023

---

### Resumen

|                                    |    |       |
|------------------------------------|----|-------|
| Fragmentos marcados                | 11 | 2 %   |
| Fragmentos citados o entrecorridos | 4  | 0,9 % |
| Coincidencias de la Web            |    |       |
| uteq.edu.ec                        | 2  | 0,5 % |
| espe.edu.ec                        | 3  | 0,5 % |
| uta.edu.ec                         | 2  | 0,4 % |
| agritechsolutions.es               | 1  | 0,3 % |
| academia.edu                       | 1  | 0,3 % |
| encolombia.com                     | 1  | 0,2 % |
| upse.edu.ec                        | 1  | 0,2 % |
| passedireto.com                    | 1  | 0,2 % |
| juntadeandalucia.es                | 1  | 0,2 % |
| readcube.com                       | 1  | 0,1 % |
| repositorioinstitucional.mx        | 1  | 0,1 % |



Dirigido electrónicamente por:  
RUTH ELIZABETH  
URBANO SALAZAR

Ing. Urbano Salazar, Ruth Elizabeth PhD.

C. C: 1709787939



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura**

**Carrera Agropecuaria**

**Responsabilidad de Autoría:**

Yo, **Escobar Tamayo, Melanie Micaela**, con cédula de ciudadanía No 1727145946, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Evaluación de la eficacia de Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annum*) variedad campero en el Cantón Rumiñahui**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 22 de febrero del 2023

**Escobar Tamayo, Melanie Micaela**  
C.C.: 172714594-6



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Autorización de Publicación:

Yo, **Escobar Tamayo, Melanie Micaela**, con cédula de ciudadanía No. 172714594-6. autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Evaluación de la eficacia de Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annum*) variedad campero en el Cantón Rumiñahui** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 22 de febrero del 2023

**Escobar Tamayo, Melanie Micaela**

C.C.:172714594-6

## **Dedicatoria**

Primera mente quiero dar gracias a Nuestro padre celestial y a mi Virgencita del Cinto por haberme permitido culminar esta etapa de mi vida, por su bendición y protección durante mi carrera universitaria.

A mi madre Verónica del Pilar Tamayo Osorio que ha sido mi pilar fundamental desde que empecé mi carrera porque ella fue quien me motivo y me dio las fuerzas para no darme por vencida, por ser mi paño de lágrimas y mi motivación para terminar esta etapa, todos mis logros son dedicados a ella.

A mi padre Raúl Gustavo Escobar Fuentes por ser incondicional y por ayudarme a buscar soluciones a los problemas que se me han presentado durante mi carrera y a mi hermano Erick por ser mi guía y porque ha compartido mis bueno y malos momentos.

A mis abuelitos Julio Tamayo y Fabiola Osorio por su bendición, su apoyo, su amor y sobre todo porque siempre confiaron en mí.

A mis gordos Beba, Teodoro y Valentina por ser mis compañeros fieles durante todas las noches de desvelo y por su cariño de todos los días.

## **Agradecimiento**

A mi tutora de tesis Ing. Urbano Salazar, Ruth Elizabeth PhD por haberme dado la apertura de realizar la investigación bajo su cargo y por su apoyo incondicional.

A Don Marcial por permitir realizar la investigación en su predio y por su ayuda.

A mi mejor amiga Angelica Panchi por ser mi pañuelo de lágrimas y por siempre estar orando por mi para que siga adelante y no caiga, infinitas gracias quería amiga, agradecida con Dios por tenerte en mi vida.

A mi amiga María de Lourdes Gaibor por haberme motivado este último semestre, por los dos últimos años llenos de locuras, aventuras y aprendizajes, gracias Lulucita.

A Santiago Villacis por darme su cariño incondicional por su hermosa amistad desde el primer día que llegue al IASA y por ayudarme a ser una buena persona día tras día, gracias por haber llegado a mi vida, te adoro.

A mi querida universidad ESPE- IASA que después de años de esfuerzo, sacrificio, dedicación y grandes momentos de alegría y amistades únicas con momentos inolvidables. Hoy no me queda más que agradecerte por haberme recibido y ayudarme a crecer profesionalmente, estoy lista para enfrentar nuevos retos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |           |
|--|-----------|
| Carátula .....   | 1         |
| Certificación.....   | 2         |
| Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos ..... | 3         |
| Responsabilidad de Autoría .....   | 4         |
| Autorización de Publicación.....   | 5         |
| Dedicatoria .....  | 6         |
| Agradecimiento .....   | 7         |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS .....   | 8         |
| ÍNDICE DE TABLAS.....  | 12        |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....   | 13        |
| Resumen.....   | 14        |
| Abstract .....   | 15        |
| <b>CAPITULO I .....</b>  | <b>16</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>16</b> |
| Antecedentes.....  | 16        |
| Justificación .....  | 17        |
| Objetivos.....   | 18        |
| Objetivo general .....   | 18        |
| Objetivos específicos .....  | 18        |
| HIPÓTESIS .....  | 18        |
| <b>CAPITULO II .....</b>   | <b>20</b> |
| <b>MARCO REFERENCIAL .....</b>   | <b>20</b> |
| Agricultura orgánica.....  | 20        |
| Importancia de la Agricultura orgánica .....   | 20        |

|  |           |
|--|-----------|
| Beneficios ambientales de la Agricultura orgánica .....                    | 20        |
| Ventajas de la Agricultura orgánica .....                                  | 21        |
| Agricultura Orgánica en la Horticultura .....                              | 21        |
| Técnicas de Agricultura Orgánica en la producción Hortícola .....          | 21        |
| Uso de bokashi en la agricultura orgánica .....                            | 22        |
| Bokashi.....   | 22        |
| Componentes utilizados para la elaboración del bokashi y sus aportes. .... | 23        |
| Factores que condicionan la elaboración del Bokashi.....                   | 23        |
| Ventajas del Bokashi .....   | 24        |
| Uso de espirulina en agricultura orgánica.....                             | 24        |
| Espirulina .....   | 24        |
| Composición Bioquímica.....  | 24        |
| Parámetros de crecimiento.....   | 25        |
| Taxonomía .....  | 27        |
| Agrotécnica .....  | 30        |
| Manejo del cultivo .....   | 30        |
| Siembra y plantación .....   | 31        |
| Recolección .....  | 31        |
| Plagas y Enfermedades .....  | 32        |
| <b>CAPITULO III .....</b>  | <b>33</b> |
| <b>METODOLOGÍA.....</b>  | <b>33</b> |
| Ubicación del área de investigación.....                                   | 33        |
| Características agro-edafoclimáticas .....                                 | 33        |
| Diseño de camas .....  | 35        |
| Procedimiento .....  | 35        |

|  |           |
|--|-----------|
| Trasplante .....                                       | 35        |
| Procedimiento .....                                    | 35        |
| Riego .....  | 35        |
| Control de malezas .....                               | 36        |
| Manejo de plagas y enfermedades .....                  | 36        |
| Producción en masa de Espirulina .....                 | 36        |
| Materiales y Equipos.....                              | 36        |
| Procedimiento .....                                    | 36        |
| Elaboración del biofertilizante foliar .....           | 37        |
| Procedimiento .....                                    | 37        |
| Elaboración de bokashi .....                           | 38        |
| Procedimiento .....                                    | 38        |
| Diseño experimental.....                               | 39        |
| Especificaciones del campo experimental .....          | 40        |
| Variables para evaluar .....                           | 41        |
| Porcentaje de prendimiento de las plántulas (PPP)..... | 41        |
| Altura de la planta (AP).....                          | 41        |
| Diámetro de la planta (DT).....                        | 42        |
| Días a la floración (DF).....                          | 43        |
| Número de frutos por tratamiento (NFT).....            | 43        |
| Peso de los frutos por tratamiento (PFT).....          | 43        |
| Longitud del fruto por tratamiento (LFT).....          | 43        |
| Diámetro del fruto por tratamiento (DFT).....          | 44        |
| Análisis de presupuesto parcial de Perrin .....        | 44        |
| <b>CAPITULO IV .....</b>                               | <b>46</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....         | <b>46</b> |
| Porcentaje de prendimiento .....            | 46        |
| Altura de la planta .....                   | 47        |
| Diámetro de planta.....                     | 48        |
| Semana de floración .....                   | 51        |
| Peso del fruto por tratamiento .....        | 52        |
| Longitud del fruto por tratamiento.....     | 54        |
| Diámetro del fruto por tratamiento.....     | 55        |
| Frutos por tratamiento .....                | 57        |
| Rendimiento .....                           | 58        |
| Análisis de presupuesto parcial .....       | 60        |
| <b>CAPITULO V</b> .....                     | <b>62</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> ..... | <b>62</b> |
| Conclusiones.....                           | 62        |
| Recomendaciones.....                        | 62        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....                   | <b>63</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1</b> <i>Composición del Medio Zarrouk para un litro de solución</i> .....     | 26 |
| <b>Tabla 2</b> <i>Taxonomía del cultivo de pimiento</i> .....                           | 27 |
| <b>Tabla 3</b> <i>Características agroecológicas del área de estudio</i> .....          | 34 |
| <b>Tabla 4</b> <i>Materiales empleados en la elaboración del Bokashi</i> .....          | 39 |
| <b>Tabla 5</b> <i>Características de tratamientos</i> .....                             | 39 |
| <b>Tabla 6</b> <i>Contraste de heteroscedasticidad</i> .....                            | 47 |
| <b>Tabla 7</b> <i>Prueba de Tukey 5% en altura de planta.</i> .....                     | 48 |
| <b>Tabla 8</b> <i>Contraste de heteroscedasticidad</i> .....                            | 49 |
| <b>Tabla 9</b> <i>Prueba de Tukey al 5% para diámetro de planta</i> .....               | 49 |
| <b>Tabla 10</b> <i>Contraste de heteroscedasticidad</i> .....                           | 51 |
| <b>Tabla 11</b> <i>Prueba de Tukey 5% para días de floración de planta</i> .....        | 51 |
| <b>Tabla 12</b> <i>Contraste de heteroscedasticidad</i> .....                           | 52 |
| <b>Tabla 13</b> <i>Prueba de Tukey 5% del peso del fruto por tratamiento.</i> .....     | 53 |
| <b>Tabla 14</b> <i>Contraste de heteroscedasticidad</i> .....                           | 54 |
| <b>Tabla 15</b> <i>Prueba de Tukey 5% de longitud del fruto por tratamiento</i> .....   | 54 |
| <b>Tabla 16</b> <i>Contraste de heteroscedasticidad</i> .....                           | 55 |
| <b>Tabla 17</b> <i>Prueba de Tukey 5% del diámetro del fruto por tratamiento.</i> ..... | 56 |
| <b>Tabla 18</b> <i>Contraste de heteroscedasticidad</i> .....                           | 57 |
| <b>Tabla 19</b> <i>Prueba de Tukey 5% números del fruto por tratamiento.</i> .....      | 58 |
| <b>Tabla 20</b> <i>Contraste de heteroscedasticidad</i> .....                           | 59 |
| <b>Tabla 21</b> <i>Prueba de Tukey 5% para el rendimiento</i> .....                     | 59 |
| <b>Tabla 22</b> <i>Análisis económico por tratamientos</i> .....                        | 61 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> <i>Ubicación Geográfica de las unidades experimentales</i> .....                                | 33 |
| <b>Figura 2</b> <i>Adecuación de camas y trasplante del cultivo</i> .....                                       | 35 |
| <b>Figura 3</b> <i>Proceso de producción y masificación de Espirulina (Arthrospira platensis)</i> .....         | 37 |
| <b>Figura 4</b> <i>Aplicación de biofertilizante Espirulina</i> .....   | 38 |
| <b>Figura 5</b> <i>Distribución de los tratamientos</i> .....   | 40 |
| <b>Figura 6</b> <i>Croquis experimental</i> .....   | 41 |
| <b>Figura 7</b> <i>Medición de altura de tallo</i> .....  | 42 |
| <b>Figura 8</b> <i>Medición del diámetro del tallo</i> .....  | 42 |
| <b>Figura 9</b> <i>Peso del fruto por tratamiento</i> .....   | 43 |
| <b>Figura 10</b> <i>Longitud del fruto por tratamiento</i> .....  | 44 |
| <b>Figura 11</b> <i>Diámetro del fruto por tratamiento</i> .....  | 44 |
| <b>Figura 12</b> <i>Porcentaje de prendimiento a los 7 días del trasplante de planta de pimiento</i> .....      | 46 |
| <b>Figura 13</b> <i>Efecto de espirulina y bokashi sobre la altura de planta de pimiento.</i> .....             | 48 |
| <b>Figura 14</b> <i>Efecto de espirulina y bokashi sobre el diámetro de planta de pimiento</i> .....            | 50 |
| <b>Figura 15</b> <i>Efecto de espirulina y bokashi sobre el inició de floración de planta de pimiento</i> ..... | 52 |
| <b>Figura 16</b> <i>Efecto de espirulina y bokashi sobre el peso del fruto por tratamiento</i> .....            | 53 |
| <b>Figura 17</b> <i>Efecto de espirulina y bokashi sobre la longitud del fruto por tratamiento</i> .....        | 55 |
| <b>Figura 18</b> <i>Efecto de espirulina y bokashi sobre el diámetro del fruto por tratamiento</i> .....        | 56 |
| <b>Figura 19</b> <i>Efecto de espirulina y bokashi sobre número del fruto por tratamiento</i> .....             | 58 |
| <b>Figura 20</b> <i>Efecto de espirulina y bokashi en el rendimiento</i> .....                                  | 59 |

## Resumen

La agricultura orgánica a nivel mundial con el pasar del tiempo se ha convertido en una opción importante para el cultivo de alimentos, no solo porque ayuda al agricultor a obtenerlos de manera saludable, sino también por su gran importancia económica, social y ambiental. En los últimos años, el país ha registrado un interesante aumento del territorio con certificación, destinado a la producción bajo estándares orgánicos. En el Ecuador para el año 2021 se utilizaron 362,9 Kg de fertilizante por hectárea de tierra cultivable, lo que representa un aumento de 43% con relación con el año 2012. Los biofertilizantes nacen como una alternativa efectiva para sustituir la forma tradicional de producir hortalizas y reducir el uso intensivo de fertilizantes químicos. Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue evaluar la eficacia de Bokashi y Espirulina (*Arthrospira platensis*) en pimiento (*Capsicum annuum*) var campero en el Cantón Rumiñahui. Los parámetros morfológicos de la planta evaluados fueron: altura, diámetro, semana de floración y número de frutos, obteniendo resultados estadísticamente diferentes entre los tratamientos donde el tratamiento T2 (Espirulina) presentó floración a la semana once con plantas de mayor altura y diámetro con un promedio de 32,88 cm; 0,91 cm respectivamente. El rendimiento en el cultivo de pimiento var campero, tuvo una relación directa con el promedio del número de frutos cosechado por planta. Siendo que el tratamiento T2 (Espirulina) con frutos de mayor peso (114,50 g), diámetro (53,70 cm) y longitud (128,16 cm), arrojó un rendimiento estadísticamente mayor de 28635,60 kg/ha.

**Palabras clave:** Espirulina (*Arthrospira platensis*), Agricultura orgánica, Pimiento (*Capsicum annuum*), Bokashi.

## Abstract

Organic agriculture worldwide with the passage of time has become an important option for growing food, not only because it helps the farmer to obtain it in a healthy way, but also because of its great economic, social and environmental importance. In recent years, the country has registered an interesting increase in the territory with certification, destined for production under organic standards. In Ecuador for the year 2021, 362.9 kg of fertilizer per hectare of arable land were used, which represents an increase of 43% in relation to the year 2012. Biofertilizers are born as an effective alternative to replace the traditional way of producing vegetables and reduce the intensive use of chemical fertilizers. Therefore, the purpose of this work was to evaluate the efficacy of Bokashi and Spirulina (*Arthrospira platensis*) on pepper (*Capsicum annuum*) var campero in the Rumiñahui Canton. The morphological parameters of the plant evaluated were height, diameter, week of flowering and number of fruits, obtaining statistically different results between the treatments where treatment T2 (Spirulina) presented flowering at week eleven with plants of greater height and diameter with a average 32.88 cm; 0.91 cm respectively. The yield in the var campero pepper crop had a direct relationship with the average number of fruits harvested per plant. Being that treatment T2 (Spirulina) with fruits of greater weight (114.50 g), diameter (53.70 cm) and length (128.16 cm), yielded a yield statistically higher than 28635.60 kg/ha.

**Keywords:** Spirulina (*Arthrospira platensis*), Organic agriculture, Pepper (*Capsicum annuum*), Bokashi.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### **Antecedentes**

Garantizar la seguridad alimentaria de la creciente población mundial es el gran reto que enfrenta la agricultura en la actualidad. El objetivo no solo es lograr cumplir con la demanda de alimentos, sino también que estos sean obtenidos de una manera más amigable con el medio ambiente, Hidalgo (1979).

Para lograrlo, se busca desarrollar nuevas técnicas sostenibles en el manejo de cultivos que permitan mejorar la tasa de asimilación de nutrientes, que mantengan la biodiversidad del suelo y que brinden una buena capacidad de resistencia a plagas y enfermedades.

Obteniendo cómo resultado la disminución del uso de recursos, pero con un rendimiento productivo competitivo, Sarmiento *et al.*, (2019).

En el Ecuador la producción agrícola depende de tres fuentes principales de fertilizantes químicos: urea, muriato de potasio y fosfato di amónico. Para el año 2021 en el país se reportó un ingreso de 1 millón de toneladas métricas de fertilizante, utilizando 362,9 Kg de fertilizante por hectárea de tierra cultivable, lo que representa un incremento de 43% en relación con el año 2012.

Dentro de las nuevas alternativas de manejo se encuentra el uso de abonos orgánicos como sustituto al empleo intensivo de fertilizantes químicos, Yang *et al.*, (2015).

Por otra parte, el uso de plantas bioestimulantes también ha atraído la atención de la comunidad científica relacionada con la agricultura. Actualmente existe la tendencia sobre el consumo de alimentos sanos lo que conlleva a que se implemente nuevas alternativas para la fertilización de los cultivos, el Bokashi es un abono orgánico de origen japonés, su proceso es aeróbico y se caracteriza por presentar alto contenido energético y su elaboración se modifica de acuerdo con los materiales que disponga el agricultor en su predio.

Por otra parte, existe investigaciones sobre el uso de Espirulina (*Arthrospira platensis*) como biofertilizante, es una microalga verde-azul, que en la agricultura ofrece múltiples beneficios como: fortalecimiento de mecanismos de defensa, aumentación de producción, reducción de períodos vegetativos y cosecha de frutos de mayor calidad, Jufri & Sulistyono (2016).

El pimiento (*Capsicum annuum L*), es originario de México, Bolivia y Perú, con el pasar de los años se fue adaptando en diversos países a nivel mundial, en el Ecuador la producción de pimiento (*Capsicum annuum L*), es considerado uno de los alimentos más importantes y representa un rumbo importante en el sector agrícola, se cultiva tanto en la zona costera como en los valles interandinos.

Según estimación del Ministerio de Agricultura y Ganadería 2005, manifiesta que en el país se cultivaron 956 hectáreas aproximadamente como monocultivos y 189 hectáreas como cultivo asociado, en la zona de la costa específicamente en las provincias de Guayas, Manabí y Esmeraldas, Borbor & Suárez (2007).

### **Justificación**

La agricultura orgánica a nivel mundial con el transcurrir del tiempo se ha convertido en una opción importante para el cultivo de alimentos, no solo porque ayuda al agricultor a obtenerlos de manera saludable, sino también por su gran importancia económica, social y ambiental.

El rubro hortícola, junto a otros productos de origen agrícola, representaron al Ecuador un 3,85 % del PIB total en el 2020, Corporación Financiera Nacional (CFN, 2017). Si bien refleja un decrecimiento con relación con años anteriores, esta plaza en el Ecuador no es la excepción de la tendencia mundial a producir sin presencia de químicos.

En los últimos años en el país se registra un incremento interesante del territorio con certificación, destinado a la producción bajo estándares orgánicos. A nivel nacional, hasta el momento han obtenido certificación 9051 productores con alrededor de 57 mil hectáreas para la elaboración de 1518 productos, de los cuales 257 son cultivos, entre los que se destacan banano, cacao, café, frutas y hortalizas, Agrocalidad (2021).

Uno de los vegetales con potencial dentro de estas prácticas es el pimiento (*Capsicum annuum L.*), por las vitaminas y bondades antioxidantes que éste brinda a la salud humana, pero también porque en el país se cultivan 500 hectáreas de este producto, El Comercio (2011), puesto que en Ecuador existen diferentes regiones con las condiciones geográficas, climáticas y de tipo de suelo óptimas para su desarrollo, Pinto (2013).

Sin embargo, a pesar de todo este contexto la rentabilidad esperada por el agricultor tiene una estrecha relación con las fluctuaciones del precio de demanda (Legumbres de vaina verde, hortalizas de raíz, bulbos o tubérculo con IPP-CF de -0.02%) y con el rendimiento obtenido en campo, Zapata (2022). Entonces es importante evaluar la eficacia de alternativas orgánicas como el Bokashi y Espirulina (*Arthrospira platensis*) sobre el rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*).

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Evaluar la eficacia de Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) var campero en el cantón Rumiñahui.

### **Objetivos específicos**

- Diseñar un sistema de manejo orgánico desde el trasplante hasta la cosecha del cultivo del pimiento (*Capsicum annuum*) variedad Campero.
- Realizar el seguimiento de las variables que se presentan durante el desarrollo del cultivo como la altura de la planta, diámetro del tallo y apareamiento de la floración.
- Evaluar la calidad y productividad del pimiento (*Capsicum annuum*) variedad Campero.
- Determinar el tratamiento más económico mediante un análisis de presupuesto parcial de Perrin.

## **HIPÓTESIS**

**Ho:** Las plantas de *Capsicum annuum* tratadas con bokashi tiene el mismo comportamiento que las tratadas con espirulina en cuanto a productividad y calidad.

**H1:** Las plantas de *Capsicum annuum* tratadas con bokashi no tiene el mismo comportamiento que las tratadas con espirulina en cuanto a productividad y calidad.

## CAPITULO II

### MARCO REFERENCIAL

#### **Agricultura orgánica**

##### ***Importancia de la Agricultura orgánica***

La agricultura orgánica es una de las primordiales fuentes de trabajo e ingresos para la población rural y tiene como finalidad la protección, minimización de residuos y generación de bienes y servicios con el menor efecto ambiental disminuyendo la utilización de fertilizantes y plaguicidas.

Desde los años 90 la agricultura en el Ecuador ha presentado un ritmo creciente por la demanda externa, pero fue decreciendo a partir del 2007 debido a la disminución de las exportaciones principalmente a Estados Unidos, Finlandia, Holanda y Noruega, Maldonado (2012).

A pesar de las dificultades que ha presentado durante los años, la agricultura es una alternativa potencial para los agricultores, por la gran variedad de productos que permiten abastecer las demandas del mercado. En el Ecuador la región sierra es donde se ubica gran parte de la agricultura debido a condiciones climáticas, sociales, técnicas y sistemas de producción, Robles (2011).

##### ***Beneficios ambientales de la Agricultura orgánica***

La agricultura orgánica, también llamada ecológica, tiene como objetivo aprovechar los recursos naturales para aumentar la fertilidad del suelo y evitar el uso de productos químicos como fertilizantes, plaguicidas y pesticidas. Los beneficios que otorga la agricultura para el medio ambiente se observan a mediano y largo plazo porque asume un planteamiento activo.

**Suelo:** Es importante el enriquecimiento del suelo mediante la rotación de cultivos, cultivos de cubierta, cultivos mixtos y labranza mínima, estas técnicas permiten mejorar la capacidad de retención de nutrientes, agua e incrementar la biodiversidad del suelo.

**Agua:** En algunas zonas agrícolas el agua resulta un problema por la contaminación de sus corrientes de agua subterráneas por el uso de fertilizantes y plaguicidas, se plantea la utilización de agricultura orgánica como medida de restablecimiento del medio ambiente.

Aire: Ayuda a mitigar el efecto invernadero y el calentamiento del planeta mediante las prácticas de gestión utilizadas por la agricultura orgánica como la devolución de los residuos de la cosecha, integración de leguminosas que contribuyen a la fijación del nitrógeno.

### ***Ventajas de la Agricultura orgánica***

- Principales ventajas de la agricultura orgánica:
- El suelo es beneficiado porque el proceso de producción no es tan desgastante, es decir reduce drásticamente la erosión y pérdida de nutrientes.
- Se utilizan fertilizantes orgánicos y bioplagueicidad que no perjudican la salud del ecosistema y la del ser humano.
- Los cultivos que son producidos mediante agricultura orgánica presentan un sabor característico intenso a comparación de aquellos que han sido producidos por otros métodos.
- La vida de la planta es más prolongada y su producción es más extensa, Borge (2012).

### ***Agricultura Orgánica en la Horticultura***

La horticultura es la ciencia y arte de cultivar plantas en jardines o huertas de especies ornamentales, flores, verduras y frutos, manteniendo los principios básicos de la agricultura orgánica para la conservación de los recursos naturales.

La horticultura orgánica tiene como objetivos fomentar y promover el desarrollo de cultivos ecológicos para restablecer la calidad de vida y la conservación del medio ambiente Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2003).

### ***Técnicas de Agricultura Orgánica en la producción Hortícola***

Las técnicas de agricultura orgánica tienen como objetivo principal maximizar el crecimiento y producción de los cultivos, mediante la implementación de procesos naturales que permiten obtener un mejor manejo de la cosecha, conservación del agua, prevención control de plagas y enfermedades.

Para obtener un producto de calidad es necesario aplicar una serie de técnicas que permiten obtener una mejor cosecha, las técnicas de agricultura orgánica más usadas son las detalladas a continuación.

**Acolchado o mulching.** Protección de la capa superficial del suelo con la utilización de cubiertas, evita los cambios bruscos de temperatura, mejora la tasa de infiltración y reduce el crecimiento de las malas hierbas.

**Abonos verdes.** Incrementa la actividad microbiana del suelo y mejora la estructura por la acción mecánica de las raíces, protege el suelo de la erosión y enriquece al suelo en nitrógeno.

**Rotación de cultivos.** Alternar los cultivos con sistemas radiculares y necesidades nutricionales diferentes e introducir regularmente al menos una vez cada 2 años una leguminosa para que enriquezca la tierra.

**Abonos líquidos o bioles.** Contiene principios hormonales vegetales (auxinas y giberelinas), estimulan el crecimiento, mejora la calidad de los productos y tiene efecto repelente contra las plagas.

**Algas y Turbas.** Vigorizan las plantas, incrementando los rendimientos y calidad de la cosecha porque activa la hidrólisis enzimática.

**Bokashi.** Aporta nutriente al suelo y funciona como activador de las rizobacterias y suministra micronutrientes de forma soluble y mejora el pH, Guiberteau & Labrador (1998).

### **Uso de bokashi en la agricultura orgánica**

#### ***Bokashi***

Es de origen japonés y significa “materia orgánica fermentada”, fue elaborado por Shogo y en la actualidad el bokashi es considerado como una receta que busca estimular las poblaciones microbianas que se realiza utilizando mezclas de diferentes materiales o residuos orgánicos, Ortega (2012).

Villagómez (2014) ,menciona que los microorganismos descomponen la fracción más simple del material orgánico, como azúcares, almidones y proteínas, liberando sus nutrientes en buenas condiciones de humedad y temperatura.

El bokashi a comparación del compost tiene una gran cantidad de ventajas, una de ellas es su velocidad de preparación que son dos semanas aproximadamente.

### ***Componentes utilizados para la elaboración del bokashi y sus aportes.***

***Carbón.*** Funciona como efecto tipo “esponja sólida”, consiste en la capacidad filtrar, retener y liberar gradualmente nutrientes útiles para las plantas de igual forma mejora las características físicas del suelo con absorción de humedad, calor y con aireación.

***Gallinaza.*** Mejora las características de fertilidad del suelo con la ayuda de algunos nutrientes especialmente con el fósforo, potasio, calcio, magnesio y boro.

***Cascarilla de arroz.*** Facilita la absorción de humedad y beneficia la actividad macro y microbiología de la tierra, es una fuente rica en sílice que permite resistencia a los vegetales contra insectos y microorganismos.

***Melaza de caña.*** Es rica en potasio, calcio y magnesio, es la fuente principal de energía para la fermentación de los abonos orgánicos.

***Levadura.*** Principal fuente de inoculación microbiológica.

***Cal agrícola.*** Regula la acidez durante todo el proceso de la fermentación.

***Agua.*** Su objetivo es homogeneizar la humedad de todos los ingredientes que forman parte del abono, Jordán & Pizarro (2020).

### ***Factores que condicionan la elaboración del Bokashi***

Para la elaboración del bokashi se debe tomar presente los siguientes factores:

***Temperatura.*** Está en funcionalidad del aumento de la actividad microbiológica del abono, empieza con la mezcla de los componentes y al transcurrir las 14 horas presenta temperaturas mayores de 50 °C.

***Humedad.*** Evalúa las condiciones para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica, la humedad óptima oscila entre un 50 y 60% del peso.

***Aireación.*** Es necesario contar con disponibilidad de oxígeno porque el proceso es aeróbico, los macroporos es necesario que exista una concentración entre 5 y el 10% de oxígeno.

**pH.** Valores de 6 a 7.5 porqué valores extremos perjudican la actividad microbológica.

**Relación carbono – nitrógeno.** Para la fabricación del abono es de 25:35, si presenta una relación menor provoca pérdidas de nitrógeno por volatilización, Albarracín (2019).

### ***Ventajas del Bokashi***

- Almacena un gran contenido energético de la masa orgánica, ya que no alcanza con temperaturas elevadas existe menos pérdida por volatilización.
- Suministra órgano compuestos como vitaminas, aminoácidos, ácido orgánico y sustancia antioxidantes de forma directa a la planta y desactiva los agentes patógenos que resultan perjudiciales para el cultivo.
- Es de fácil preparación y permite reducir costos de producción, ya que se reduce la compra de fertilizantes sintéticos y el tiempo de elaboración es de dos semanas aproximadamente, Sosoranga (2018).

### **Uso de espirulina en agricultura orgánica**

#### ***Espirulina***

La *Arthrospira plantensis*, es una cianobacteria filamentosa, multicelular que crece naturalmente en condiciones alcalinas con alta salinidad. Los requerimientos de pH son valores altos entre 9,5 y 9,8 lo que inhibe eficazmente la contaminación de los cultivos algales.

La espirulina al ser una cianobacteria, forma tricomas cilíndricos multicelulares con 1 a 12  $\mu\text{m}$  de diámetro, que se dispone de forma espiralada. Los nutrientes que necesita son agua, nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y algunos oligoelementos y a través de la fotosíntesis convierte los nutrientes en materia y libera oxígeno celular, Sandoval (2017).

#### ***Composición Bioquímica***

**Proteínas y aminoácidos.** La espirulina es característica presentar un alto contenido de proteínas altamente digestibles y es considerada una de las fuentes más ricas en provitamina A y hierro absorbible. La proteína representa el 60 - 70% y en cuanto a los aminoácidos es del 85 - 95% debido a que está compuesta de mucopolisacáridos.

**Ácidos grasos esenciales.** La cianobacteria presenta ácidos grasos poliinsaturados lo que indica que es una fuente de ácidos gamma – linoleicos que están alrededor del 20 a 25% lípidos presentes en ella.

**Pigmentos.** Se encuentra la presencia de carotenoides, ficocianina y clorofila

**Carotenoides.** Receptores liposolubles que se encuentran como xantofilas, luteínas y zeaxantina.

**Ficocianina.** Principal pigmento se presenta como estimulante para el sistema inmunológico a través del incremento de los glóbulos blancos.

**Clorofila.** Son precursoras de la fotosíntesis y se incrementa para obtener la energía luminosa, las cantidades de clorofila (a) ese 1,1 % y de clorofila (b) 2%, Muñoz *et al.*, (2021)

### **Parámetros de crecimiento**

**Nutrientes.** Los nutrientes básicos son oxígeno, agua y minerales (carbono, magnesio, nitrógeno, hierro y zinc). La fuente de carbono CO<sub>2</sub> y fósforo permite el crecimiento de microalgas y la fuente de nitrógeno es necesario para la formación de ácidos nucleicos y proteínas, Cayturo & Villarruel. (2017).

**Luz.** Es necesario mantener un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, debido a que la intensidad de luz y la longitud de onda influye directamente en el crecimiento.

**Temperatura.** El rango óptimo es de 15° y puede oscilar hasta 24° menor a estos rangos puede reducir su crecimiento.

**Potencial Hidrógeno pH.** La espirulina presenta una dependencia al pH y tiene influencia directa en la disponibilidad de nitrógenos, niveles por encima de 9 liberan nitrógeno en forma de amoníaco lo que permite que la pared celular absorba.

**Agitación.** Es necesario mantenerlos con aireación constante con una proporción 2.25 O<sub>2</sub>/min.

**Medio Zarrouk.** Permite obtener una concentración de biomasa que van en un orden de 0.5 a 1.5 g/L, Puente (2019).

**Tabla 1***Composición del Medio Zarrouk para un litro de solución*

| <b>Sustancia</b>  | <b>Concentración</b>     |
|---|--------------------------|
| NaHCO <sub>3</sub>  | 13.61 g L <sup>-1</sup>  |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                                       | 1.03 g L <sup>-1</sup>   |
| K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>                                       | 0.50 g L <sup>-1</sup>   |
| NaNO <sub>3</sub>   | 2.50 g L <sup>-1</sup>   |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>  | 1.00 g L <sup>-1</sup>   |
| NaCl  | 0.20 g L <sup>-1</sup>   |
| MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O                                 | 0.04 g L <sup>-1</sup>   |
| FeSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O                                 | 0.05 g L <sup>-1</sup>   |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>  | 2.86 g L <sup>-1</sup>   |
| MnCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O                                 | 1.18 g L <sup>-1</sup>   |
| ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O                                 | 0.22 g L <sup>-1</sup>   |
| NaMoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O                                | 0.39 g L <sup>-1</sup>   |
| CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O                                 | 0.079 g L <sup>-1</sup>  |
| Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                 | 0.049 g L <sup>-1</sup>  |
| VOSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O                                 | 0.0496 g L <sup>-1</sup> |
| K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) · 2H <sub>2</sub> O | 0.096 g L <sup>-1</sup>  |
| NiSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O                                 | 0.0478 g L <sup>-1</sup> |
| Na <sub>2</sub> WO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O                   | 0.0179 g L <sup>-1</sup> |
| TiOSO <sub>4</sub>  | 0.033 g L <sup>-1</sup>  |
| Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O                 | 0.044 g L <sup>-1</sup>  |

*Nota.* Composición del Medio Zarrouk para un litro de solución. *Autor.* Puente (2019).

### **Especie hortícola empleada en la investigación**

#### ***Origen del Pimiento (Capsicum annuum L.)***

Se situaba en América del Sur, en las zonas de Perú y Bolivia y se extendió por todo el continente hasta ser introducido en Europa en el año 1514 por navegantes españoles, portugueses a partir del siglo XVI se extendió por los continentes de Asia y África, Soto (2007).

El pimiento (*Capsicum annuum L.*) por presentar una alta capacidad de adaptación se encuentra en las hortalizas y especies más exportadas y en la actualidad es de suma importancia a nivel mundial por su mayor consumo, Deker (2011).

### **Taxonomía**

La clasificación taxonómica según Zamora (2015), es la siguiente:

**Tabla 2**

#### *Taxonomía del cultivo de pimiento*

| <b>Reino</b>      | <b>Plantae</b>     |
|-------------------|--------------------|
| División          | Tracheophyta       |
| Clase             | Magnoliopsida      |
| Subclase          | Astaranae          |
| Orden             | Solanales          |
| Familia           | Solanacea          |
| Subfamilia        | Solanoideae        |
| Género            | Capsicum           |
| Especie           | Annuum L.          |
| Nombre científico | Capsicum annuum L. |
| Nombre común      | Pimiento           |

*Nota.* Taxonomía del cultivo de pimiento.

*Autor.* Zamora (2015).

### **Descripción Botánica**

El pimiento es una planta herbácea perenne o semi-leñosa con ciclo de cultivo anual y con numerosas raíces adventicias, su porte es variable entre los 0,50 a 0,80 m dependiendo de la variedad de cultivo y hay variedades híbridas que son cultivadas en invernadero que pueden llegar a medir hasta más de 2 m, Moreno (2015).

**Raíz.** El sistema radicular es de tipo pivotante y profundo y con numerosas raíces adventicias que pueden alcanzar una longitud entre 0.20 m a 1m dependiendo de la variedad a utilizar.

**Tallo.** Su crecimiento es limitado y erecto, convirtiéndose en cilíndricos según maduran y leñosos en la base. Su crecimiento es semi-indeterminado y se basa en emitir ramificaciones entre 2 a 3 y su crecimiento continúa en forma dicotómica hasta terminar el ciclo.

**Hojas.** Son alternas, simples, de forma ovales o algunas veces lanceoladas, con su punta gradualmente estrecha y puntiaguda, su pecíolo llega a medir 0.30 m de largo. La inserción de las hojas en el tallo se encuentra en forma alterna y su tamaño variable en función de la variedad, y existe cierta correlación entre el tamaño de la hoja de la fruta y el peso medio del fruto.

**Flores.** Son generalmente hermafroditas presentando cinco estambres (estructura masculina) y un pistilo (estructura femenina) en cada flor, se presentan de manera solitarias y tiene una estrecha relación con la ramificación, algunas variedades producen una flor terminal, rara vez dos, después de haber formado 8 a 15 hojas en el tallo principal, el factor más importante en la floración es la temperatura del aire, especialmente la temperatura nocturna, Fornaris (2005).

**Fruto.** Es una baya hueca variable en forma y tamaño, con dos o cinco lóbulos que se encuentran separados por paredes internas cruzadas, de color verde inicialmente y posteriores depende de la variedad puede ser rojo o amarillo. La fruta tiene un crecimiento mayormente solitario de forma erecta. Las diferentes variedades comerciales de pimientos (*Capsicum annuum L.*) Según Fornaris (2005), menciona son:

**Tipo California o cuadrado.** Cascos bien marcados entre tres a cuatro, cáliz y base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros con frutos cortos (7- 10 cm), anchos (6 - 9 cm), tiene paredes rectangulares o cuadradas y son de peso mayor a 100 gramos y necesita altas temperaturas.

**Tipo Lamuyo o rectangular.** Son vigorosos con gran porte y entrenudos largos, con frutos largos de forma cónica (13 -15 cm) y anchos (8-10 cm), son menos sensibles al frío y es frecuente cultivarlos en ciclos más tardíos.

**Tipo Italiano.** Son tolerantes al frío y se cultivan en ciclo único con frutos largos (16-17 cm) y anchos (4 - 5 cm) con una terminación en punta, de carne fina.

**Tipo Marconi.** Presenta 4 lóculos bien marcados con frutos pendulares largos (13 - 18 cm) y anchos (8cm)

### **Requerimientos del Cultivo**

Entre los requerimientos del cultivo están la temperatura, humedad, la luminosidad y el suelo, es fundamental el manejo de los requerimientos edafológicos para el funcionamiento adecuado del cultivo, debido a que todos se encuentran relacionados y la actuación sobre unos de ellos influye sobre el resto.

**Temperatura.** Presenta un mejor crecimiento a temperaturas ambientales con valores promedio mensuales de 21 a 23 °C, se lo clasifica como un cultivo de época cálida. Temperaturas mensuales menores de 18 °C o mayores de 35°C pueden ser causantes de limitaciones en la producción. Según la investigación en la etapa vegetativa su crecimiento es mayor bajo temperaturas diurnas de 25 a 27 °C y temperaturas nocturnas de 17 a 20 °C, García & Vélez (2008).

García & Vélez (2008), menciona que para las diferentes etapas del cultivo se puede encontrar como óptimo en la etapa de germinación un promedio de 20-25 °C. En la etapa de crecimiento vegetativo se recomienda que, durante el día esté entre 20- 25 °C y en la noche 16-18 °C. Por otra parte, la floración y fructificación deben estar en el día entre 20- 25 °C, mientras que en la noche 16-18 °C.

**Humedad.** Humedad relativa debe estar en el rango de 70 - 90%, si presenta valores más elevados origina el desarrollo de enfermedades en las partes aéreas de la planta, inconvenientes en la fecundación de las flores.

Saraguay (2020), menciona que la humedad relativa es la causa entre el contenido eficiente de vapor en la atmósfera y la cantidad de vapor que saturaría el aire a la misma temperatura.

**Luminosidad.** El pimiento es una planta exigente en luminosidad, principalmente en las primeras fases de desarrollo y floración, necesita un rango de 6-8 horas/sol/día, si existe una sobreabundancia de sombra reduce el índice de desarrollo de cultivo lo que ocasiona aborto de flores y frutos. Hay que tomar en cuenta que en veranos suaves afectan negativamente a la producción, ya que el cuajado de las últimas flores se puede ver afectadas, Bermudez (2019).

**Suelo.** Requiere suelos francos, sueltos, con buena capacidad de retención de agua y con un rango de pH de 6,0 a 7,5.

Mora *et al.*, (2011), menciona que los suelos más adecuados para el cultivo de pimiento son los sueltos y arenosos, profundos, ricos en materia orgánica y con buen drenaje. El pimiento se caracteriza por adaptarse a numerosos suelos, siempre que se encuentren bien drenados debido a que es una planta muy sensible a la asfixia y permeables.

### **Agrotécnica**

**Preparación del suelo.** Es necesario preparar el suelo para cada periodo de siembra, el suelo debe quedar nivelado y mullido, además la preparación se realiza un pase de subsolado, pase de arado, de rastra y la surcadora para elaborar las camas, Collantes (2015).

**Fertilizantes** Suárez (2021), recomienda aportar 30 - 40 t/ha de estiércol; como abono de fondo aplicar 100 kg de nitrógeno; 90 - 150 kg de fósforo y 200- 300 kg de potasio; en cobertura realizar 4 aplicaciones de 40- 50 kg de nitrógeno y potasio. Después de la floración se necesita grandes cantidades de N, P y K y cuando el fruto comienza a madurar requiere más concentraciones en la hoja, fruto y tallo.

**Riego.** Permite aportar al terreno la humedad necesaria para cubrir las necesidades de la planta, el requerimiento de agua para una buena producción está entre 600 y 12500 mm anuales, aporte irregular puede ocasionar caída de flores, frutos recién cuajados y aparición de enfermedades como necrosis apical, Carrera (2014).

La dosis de riego para el cultivo de pimiento durante el ciclo vegetativo es muy variable ya que depende de la variedad, fecha de plantación, densidad de plantación, tipo de suelo y salinidad tanto del agua como el suelo, en el cultivo el riego por goteo suele oscilar entre 3.500 - 5000 m<sup>3</sup>/ha, Mármol (2010).

### **Manejo del cultivo**

**Deshierbe.** Durante el cultivo se requiere de 1 a 3 deshierbe, pero depende de las condiciones específicas, se puede realizar de forma manual o con máquinas especializadas. Al no realizar el deshierbe provoca secamiento del suelo y afecta el crecimiento.

**Poda.** Mejora las condiciones del cultivo y mejora la producción, sirve para delimitar el número de tallos con los que se desarrollará la planta (normalmente de 2 a 3). Se recomienda eliminar las hojas senescentes, con el objetivo de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos.

**Aporcado.** Es una técnica agrícola que refuerza la base del tronco de la planta para favorecer el desarrollo radicular e impide el exceso de humedad.

**Tutorado.** Es la labor más imprescindible y fundamental para la producción del pimiento, garantizando un adecuado crecimiento y desarrollo. El tutorado consiste en utilizar piola que permita sostener y mantener erguida la parte aérea de las plantas, a graves del tutorado se facilita las labores de la poda y aplicación de biofertilizantes, Arias (2013).

### **Siembra y plantación**

El sistema de siembra del pimiento es indirecto, se realiza en semilleros para posterior trasplante, es importante realizar una desinfección previa de los semilleros, obtener un alto nivel de germinación.

Rodríguez (2016), menciona que las características que deben tener las plántulas al trasplante son:

- Hojas verdaderas, de 8 - 10cm, con color verde y tersas.
- Altura, de 15 - 25 cm.
- Ausencia de plagas y enfermedades.
- Potente sistema radicular
- Máxima homogeneidad.

La plantación bajo invernadero suele realizarse en camas con líneas pareadas con separación entre planta de 0,50 - 0,60 cm con una densidad de 2 - 2,5 plantas /m<sup>2</sup>.

### **Recolección**

La recolección se realiza transcurrió 60 a 90 días después del trasplante depende de la época del año, la variedad y las condiciones del cultivo. Consiste en separar el fruto de la planta utilizando una herramienta específica como tijeras para evitar causar daños en la planta.

Maroto (2002), menciona que el pimiento está maduro cuando la carne de baya está tersa y consistente con color verde provisto de una tonalidad metálica.

### **Plagas y Enfermedades**

El pimiento al ser un cultivo de época seca es más propenso a tener plagas y enfermedades.

**Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).** Se pueden encontrar dos especies: mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) y mosca blanca de tabaco (*Bemisia tabaci*). La hembra de la mosca blanca deposita sus huevos en el envés de las hojas jóvenes donde se forman las larvas, se alimentan succionando la planta, provocando debilitamiento de la planta, clorosis y a largo plazo marchitamiento general, Di Fabio *et al.*, (2016).

**Araña blanca (*Polyphagotarsonemus latus*).** Los daños pueden ser causados por larvas y adultos, provoca daños al alimentarse de la planta, clavando un estilete donde succionan los jugos, por consecuencia de la succión en las hojas se enrollan, seguidas de decoloración y los tallos generan poca densidad foliar, Yáñez (2016).

**Oídio (*Leveillula taurica*).** Es un hongo que se presenta con un micelio blanquecino, ataca a la planta en cualquier estado vegetativo, causa pudriciones a nivel de raíces y cuello de la planta, Arias (2016).

### CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### Ubicación del área de investigación

El estudio se realizó en un predio del barrio Loreto, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, ubicado a  $0^{\circ}16'37.4''S$ ;  $78^{\circ}32'26''W$  m.s.n.m de altitud.

#### Figura 1

*Ubicación Geográfica de las unidades experimentales*



Autor: Google Earth (2023)

#### ***Características agro-edafoclimáticas***

Las características climáticas promedio durante el periodo de evaluación del ensayo se especifican en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Características agroecológicas del área de estudio*

| <b>Características</b>    | <b>Descripción</b> |
|---------------------------|--------------------|
| Precipitación media anual | 2516 mm            |
| Temperatura media anual   | 23,6°C             |
| Humedad relativa          | 92 %               |
| Luminosidad               | 12 horas luz       |

*Nota.* Características agroecológicas del área de estudio. Autor: Gobierno Autónomo de Descentralizado Municipal (2014).

### **Materiales, Herramientas y Equipos**

#### ***Material experimental***

- Plantas de pimiento variedad Campero

#### ***Material de campo***

- Bomba de fumigar
- Estacas
- Rastrillo
- Azadón
- Machete

#### ***Insumos agrícolas***

- Plántulas
- Estacas
- Calibrador digital
- Rótulos
- Flexómetro
- Balanza

## **Diseño de camas**

### ***Procedimiento***

Para la elaboración de camas se utilizó flexómetro, piola y estacas, se delimitaron las camas experimentales con dimensiones de 24,55 m de largo por 0,35 m de ancho, dejando 0,35 m de ancho para los caminos, distinguir entre los tratamientos se colocaron las respectivas identificaciones, se formó 3 camas correspondiendo a los 3 tratamientos y 4 repeticiones. La densidad de plantación fue de 96 plantas por tratamiento con una distancia de siembra de 0,50 entre planta e hilera.

### ***Trasplante***

#### ***Procedimiento***

Las plántulas fueron adquiridas en la provincia de Tungurahua, la variedad utiliza fue el pimiento Campero, la edad de las plántulas fue aproximadamente de 45 días, con un número de cuatro hojas verdaderas.

## **Figura 2**

### *Adecuación de camas y trasplante del cultivo*



*Nota.* a) Elaboración de cama, b) Trasplante, c) 19 días después del trasplante. Autoría propia

### ***Riego***

Se realizó el riego con cantidades moderadas para evitar que exista encharcamiento con el fin de evitar originar enfermedades. El riego se realizó mediante un sistema de riego por goteo.

### **Control de malezas**

Se realizó de forma manual, se empleó azadón, rastrillo para realizar la limpieza de las camas, esta labor se realizó periódicamente.

### **Manejo de plagas y enfermedades**

Se realizó un manejo preventivo a través de un insecticida orgánica que fue realizado con ají, hoja de marco, ajo, cebolla y jabón potásico, esta labor se realizó periódicamente para evitar las plagas.

### **Producción en masa de Espirulina**

El biofertilizante de espirulina se elaboró en el Laboratorio de Acuicultura de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, ubicado a 78°24'44''E; 0° 23'20'' S y 2748 m.s.n.m de altitud.

### **Materiales y Equipos**

- Cepa de espirulina *Arthrospira platensis*
- Tubos de ensayo
- Matraces Erlenmeyer
- Galones (6 L)
- Microscopio
- Espectrofotómetro

### **Procedimiento**

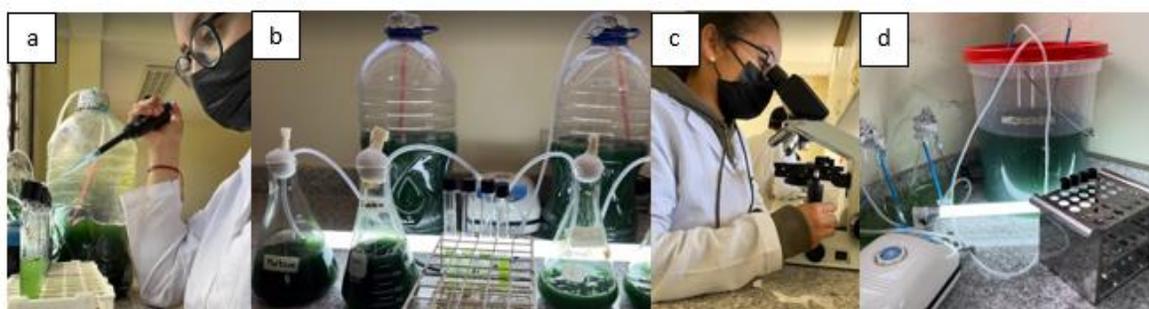
Para la masificación de la biomasa de la cepa de espirulina *Arthrospira platensis* se tomó 1 ml y se colocó en 10 ml del medio nutritivo de Zarrouk, los tubos fueron tapados y expuesto a iluminación artificial con un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad. Transcurrido un mes se colocó el contenido en matraces Erlenmeyer, se implemente aireación permanente, cada 2 días se adiciono 200 ml de medio para enriquecer la cepa.

Cuando el cultivo alcanza una concentración celular deseada se depositó su contenido en galones de 6 litros de igual manera con condiciones de aireación, luz y temperatura. Una vez que el galón alcanzó las concentraciones celulares se transfirió a tanques estériles de 20 litros de capacidad.

Las consideraciones para el cultivo se debe mantener una temperatura entre 21 – 24 °C, salinidad 5 – 6 ‰ y pH 9,4 – 10,4.

### Figura 3

*Proceso de producción y masificación de Spirulina (Arthrospira platensis)*



*Nota.* a) Siembra de inóculo; b) Crecimiento en matraces Erlenmeyer y galones; c) Recuento celular; d) Masificación en baldes de 20 L. Autoría propia

### Elaboración del biofertilizante foliar

#### **Procedimiento**

EL cultivo de *Arthrospira platensis* una vez alcanza la densidad de filamentos por mililitro tenga valores entre  $7,5 \times 10^5$  a  $8 \times 10^5$ , se retiró la iluminación y oxigenación para colocar el cultivo en frascos cerrados para ser congelados y desactivados.

Para finalizar se aplicó el biofertilizante foliar en el tratamiento T2 con una relación (1:3), un litro de espirulina y tres litros de agua. Empleando un promedio de 4,95 mililitros de espirulina por planta durante todo el periodo de estudio. Cabe mencionar que, este tratamiento se aplicó cada 15 días desde el trasplante.

## Figura 4

### Aplicación de biofertilizante *Espirulina*



*Nota.* a) Cepa desactivada, b) Aplicación foliar a 20 días de trasplante, c) Aplicación foliar a los 90 días. Autoría propia

### Elaboración de bokashi

#### **Material**

- Estiércol de varios animales
- Melaza
- Chicha madura
- Suero
- Cascarilla de arroz
- Ceniza
- Levadura
- Plástico

#### **Procedimiento**

EL bokashi se realizó con el agricultor y los Técnicos de Misión Social del cantón Rumiñahui, se utilizaron las proporciones descritas en la tabla 4. Las consideraciones que se tomaron en cuenta en la elaboración fue temperatura, oxigenación y humedad el tiempo que se llevó a cabo la elaboración fue de 3 semanas aproximadamente.

El bokashi se incorporó en las repeticiones del tratamiento T1 con una relación (1:1), 100 gramos de bokashi y 100 gramos de tierra negra por planta, se colocó dos veces la primera fue al momento del trasplante y el segundo transcurrido 30 días de forma lateral.

**Tabla 4**

*Materiales empleados en la elaboración del Bokashi*

| <b>Materiales</b>            | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------|-----------------|
| Estiércol de varios animales | 1 quintal       |
| Melaza                       | 1 galón         |
| Chicha Madura                | 2 litros        |
| Suero                        | 2Litros         |
| Cascarilla de arroz          | ½ quintal       |
| Ceniza                       | 10 libras       |
| Levadura                     | 100 gramos      |
| Plástico                     |                 |

*Nota. Autoría propia*

### **Diseño experimental**

El diseño experimental que se utilizó en la investigación fue un Diseño completamente al Azar (DCA), utilizando el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum L.*) de variedad Campero, el diseño estaba conformado por tres tratamientos mencionados en la tabla 5, cada tratamiento con 4 repeticiones donde cada repetición está conformada por un total de 96 plantas. Además, se realizó una siembra en tres bolillos a una distancia de 0.50 metros por hilera y por planta.

**Tabla 5**

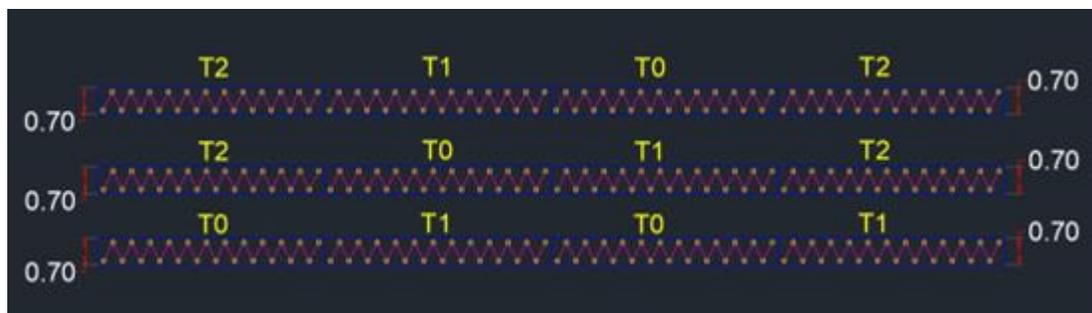
*Características de tratamientos*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Descripción</b> | <b>Código</b> | <b>Concentración</b>       |
|--------------------|--------------------|---------------|----------------------------|
| 0                  | Mano agrícola      | T0            | -----                      |
| 1                  | Bokashi            | T1            | 100 g / planta             |
| 2                  | Espirulina         | T2            | 1L espirulina / 3L de agua |

*Nota. Autoría propia*

**Figura 5**

*Distribución de los tratamientos*



*Nota.* Autoría propia

En la investigación se empleó el modelo matemático DCA, que es el siguiente:

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

Donde:

$Y_{ij}$ = Productividad de la especie Hortícola.

$\mu$ = media general de la variable de respuesta

$T_i$ = efecto del  $i$ -ésimo Tratamiento, efecto de los niveles de estudio

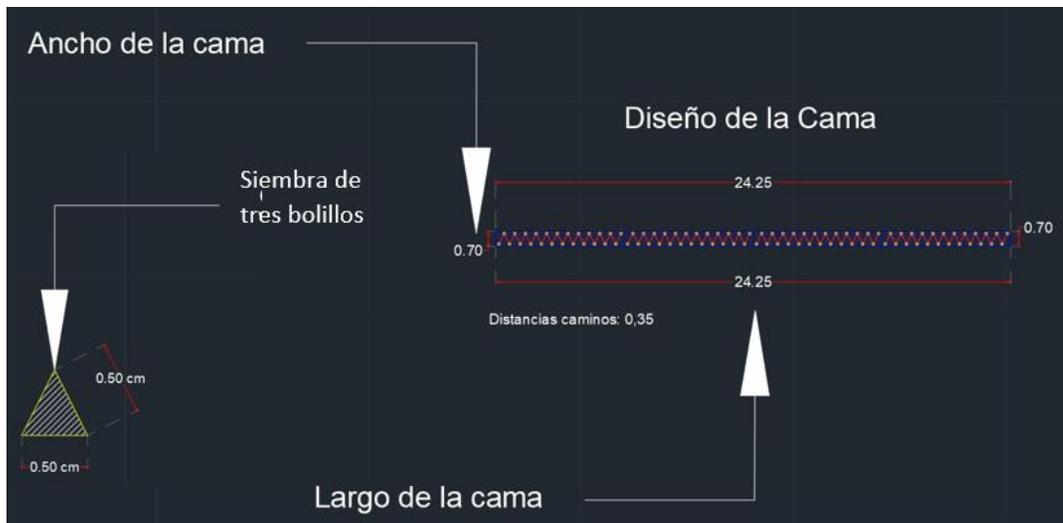
$\varepsilon_{ij}$ = error experimental asociado con la desviación en el  $i$ -ésimo tratamiento

### ***Especificaciones del campo experimental***

Se realizaron tres camas experimentales con dimensiones de 24,55 m de largo por 0,35 m de ancho, dividiendo la cama en cuatro partes, donde se colocó las repeticiones de los tratamientos de forma al azar donde cada repetición constaba de 24 plantas con un distanciamiento de 0,50 m entre planta e hilera.

**Figura 6**

*Croquis experimental*



*Nota. Autoría propia*

### **Variables para evaluar**

#### ***Porcentaje de prendimiento de las plántulas (PPP).***

Se registro el número de plántulas vivas a los 7 días de haber realizado el trasplante en la cama y se expresó en porcentaje, mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ prendimiento} = \frac{\text{Número de plantas prendidas}}{\text{Número de plantas transplantadas}} \times 100$$

Se verificó por medio del análisis de varianza, mediante el cual identificó si existe diferencias altamente significativas.

#### ***Altura de la planta (AP).***

Se realizó la medición de las plantas cada 15 días después del trasplante, la medida se tomó desde el suelo hasta el ápice y se llevó un registro de datos de cada variable por tratamiento.

## Figura 7

### Medición de altura de tallo



*Nota.* a) 15 días del trasplántate, b) 65 días del trasplante, c) 1 día antes de la cosecha. Autoría propia

### **Diámetro de la planta (DT).**

Para medir el diámetro se midió a una altura de 0,50 m sobre el suelo, la medida se registró cada 15 días después del trasplante.

## Figura 8

### Medición del diámetro del tallo



*Nota.* a) 15 días después del trasplante, b) 65 días del trasplante, c) 1 día antes de la cosecha. Autoría propia

### ***Días a la floración (DF).***

Esta variable se contó las semanas desde el trasplante hasta cuando cada una de las plantas presentó la primera inflorescencia, los valores se expresaron en semana.

### ***Número de frutos por tratamiento (NFT).***

Durante el periodo de cosecha se registró el total de frutos por tratamiento dentro del área útil de cada cama.

### ***Peso de los frutos por tratamiento (PFT).***

Para evaluar la variable se necesitó una balanza digital para pesar los frutos por cada unidad experimental de los tres tratamientos y se registró los valores en gramos.

### **Figura 9**

*Peso del fruto por tratamiento*



*Nota.* a) Peso del tratamiento T0, b) Tratamiento T1, c) Tratamiento T2.

Autoría propia

### ***Longitud del fruto por tratamiento (LFT).***

En la cosecha se midió la longitud de todos los frutos por cada unidad experimental, desde el pedúnculo hasta el ápice.

**Figura 10**

*Longitud del fruto por tratamiento*



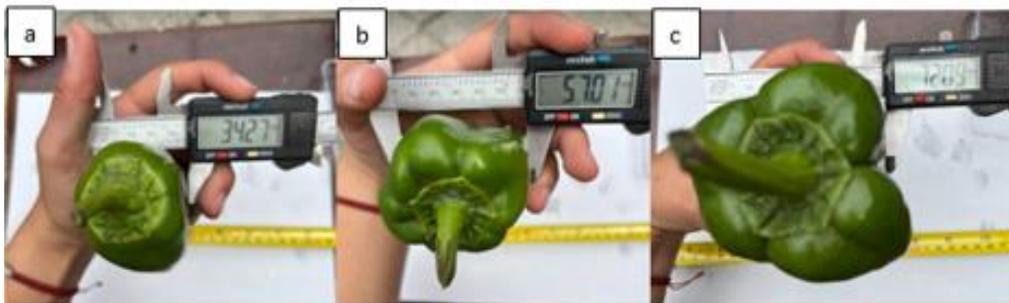
*Nota.* a) Longitud del tratamiento T0, b) Tratamiento T1, c) Tratamiento T2. Autoría propia

***Diámetro del fruto por tratamiento (DFT).***

Para esta variable se necesitó la ayuda de un calibrador de Vernier, se evaluó el diámetro del fruto durante la cosecha de cada tratamiento y se tomó la medida en la mitad del fruto.

**Figura 11**

*Diámetro del fruto por tratamiento*



*Nota.* a) Diámetro del tratamiento T0, b) Tratamiento T1, c) Tratamiento T2. Autoría propia

**Análisis de presupuesto parcial de Perrin**

Se realizará un análisis de presupuesto parcial con la finalidad de identificar el tratamiento con una mayor tasa de retorno marginal. Para lo cual se establecerán costos variables como son las plántulas y los insumos utilizados en la preparación del biofertilizante a base de espirulina y el abono orgánico bokashi. El beneficio bruto se obtendrá del producto entre el costo de unidad del pimiento orgánica y las unidades

cosechadas de cada tratamiento. El beneficio neto se estimará restando los costos variables del beneficio neto Perrin *et al.*,(1998).

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Porcentaje de prendimiento

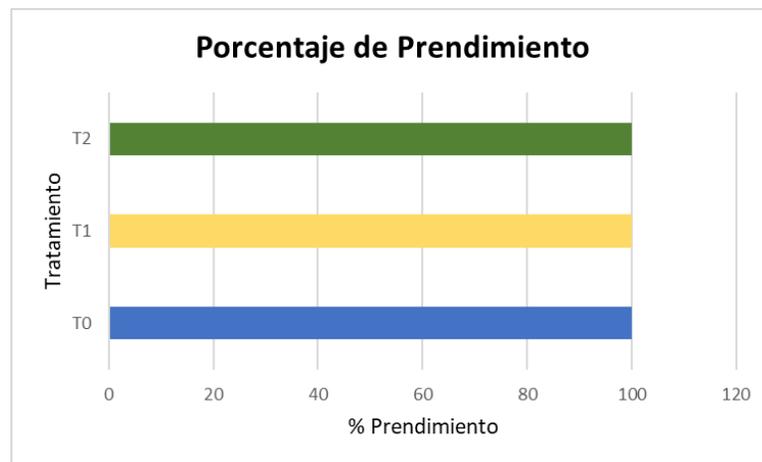
El promedio general del prendimiento en pimiento *var. Campero* se obtuvo el 100% en los tres tratamientos (Testigo, Bokashi y Espirulina).

Los resultados obtenidos en esta variable muestran que a los 7 días del trasplante las plántulas se adaptaron y presentaron un buen vigor favorecidas por las condiciones óptimas para el cultivo, temperatura (18 – 23 °C) y humedad (85%).

Sánchez (2014), menciona que una de las condiciones importantes para un buen porcentaje de prendimiento es el desarrollo de un buen sistema radicular, por lo que es fundamental adecuadas temperaturas del suelo siendo la óptima de 22 – 24 °C.

#### Figura 12

*Porcentaje de prendimiento a los 7 días del trasplante de planta de pimiento*



*Nota. Autoría propia*

De acuerdo con los resultados obtenidos, las plantas de pimiento de *var. campero* tuvieron una respuesta favorable a la adaptación en la zona de estudio, debido a que el suelo posee un pH neutro (6,71) y un buen contenido de materia orgánica (4,79%), permitiendo así el desarrollo óptimo de las plantas de

pimiento que requieren un pH de 6,5 – 7 y un buen contenido de MO, de acuerdo con el reporte del INAMHI para el cultivo de pimiento, Pinto (2013).

Según el estudio realizado por Akgül (2019), menciona que las diferentes concentraciones de espirulina (2,5 ml y 7,5 ml), presentaron un efecto positivo en la germinación, el crecimiento y el desarrollo de la planta, es por lo que puede decirse que el extracto de espirulina *Arthrospira plantensis* acelera la germinación de semillas y presenta un efecto estimulante en el crecimiento de las plantas.

### Altura de la planta

Después de realizar el análisis de varianza, para evaluar la altura de la planta desde el trasplante hasta la cosecha, una confiabilidad de 0,05 % se presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 2,20E-16$ ) (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Contraste de heteroscedasticidad*

| <b>Contraste de heterocedasticidad</b>    |                    |                           |                |
|---|--------------------|---------------------------|----------------|
|   | <b>Estadístico</b> | <b>Grados de libertad</b> | <b>Valor p</b> |
| Contraste de heterocedasticidad de B - P: | 989,02             | 5                         | < 2.2e-16      |

*Nota.* Autoría propia

A partir de la prueba de Tukey (5%), se identificó que el tratamiento de espirulina (T2), presentó mayor altura de planta con un promedio de  $32,88 \pm 0,69$  cm (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Prueba de Tukey 5% en altura de planta.*

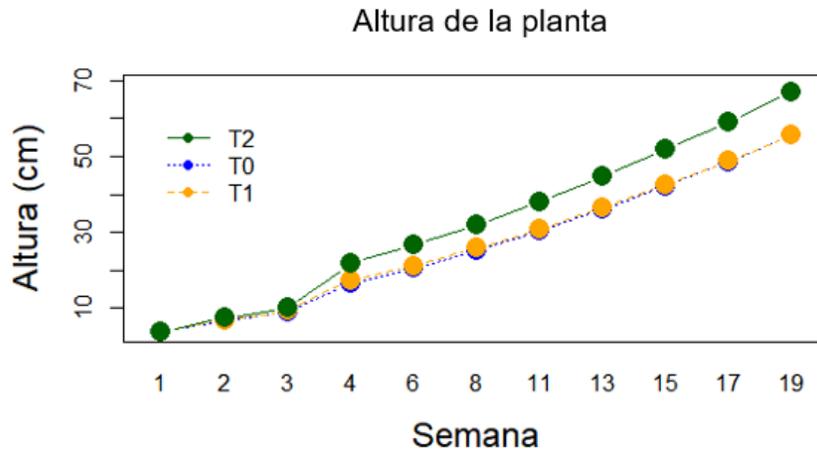
| Tratamiento | Media<br>(cm) | E.E  |   |
|-------------|---------------|------|---|
| T2          | 32.88         | 0,69 | a |
| T1          | 27.12         | 0,65 | b |
| T0          | 26.80         | 0,67 | b |

*Nota.* Los tratamientos con diferentes letras indica que son estadísticamente diferentes. Autoría propia

Pérez, M (2014), menciona que es indispensable la fertilización y el manejo adecuado en el cultivo permite una mejor absorción de nutrientes y un óptimo crecimiento, la altura promedio de la planta de pimiento presentan a los 20 días una altura de 18,78 cm, a los 40 días 54,80 cm y a los 60 días 60,83 cm.

**Figura 13**

*Efecto de espirulina y bokashi sobre la altura de planta de pimiento.*



*Nota.* Autoría propia

### Diámetro de planta

Mediante análisis de varianza se evaluó el diámetro de planta, donde se pudo evidenciar que existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 2,20E-16$ ) (Tabla 8).

**Tabla 8***Contraste de heteroscedasticidad*

| <b>Contraste de heteroscedasticidad</b>    |                    |                           |                |
|--|--------------------|---------------------------|----------------|
|  | <b>Estadístico</b> | <b>Grados de libertad</b> | <b>Valor p</b> |
| Contraste de heteroscedasticidad de B - P: | 742,39             | 5                         | < 2.2e-16      |

*Nota.* Autoría propia

Las plantas que se aplicó el biofertilizante de espirulina (T2), presentaron mayor diámetro de planta. Mediante la prueba de Tukey (5%) se determinó que a partir de la cuarta semana presentó valores superiores en relación con los otros tratamientos. El promedio general de las diecinueve semanas de cultivo fue 0,91 + 0,01 cm (Tabla 9).

**Tabla 9***Prueba de Tukey al 5% para diámetro de planta*

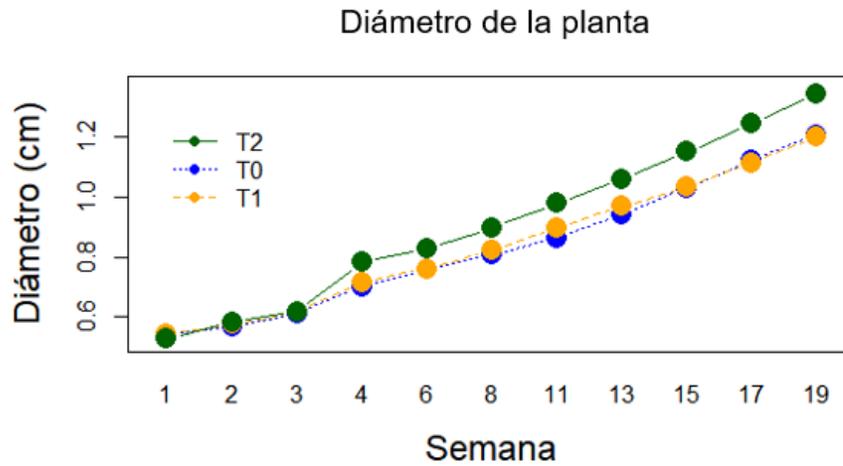
| <b>Tratamiento</b> | <b>Media (cm)</b> | <b>E.E</b> |   |
|--------------------|-------------------|------------|---|
| T2                 | 0,910             | 0,01       | a |
| T1                 | 0,84              | 0,01       | b |
| T0                 | 0,83              | 0,01       | b |

*Nota.* Los tratamientos con diferentes letras indican que son estadísticamente diferentes. Autoría propia

Monge & Elizondo (2017), menciona que el diámetro del tallo de la planta permite identificar que entre mayor sea el valor del diámetro, mayor será la capacidad para soportar el peso de los órganos principales como ramas, flores y frutos y evita que exista el riesgo de que el tallo se quiebre por un exceso de peso en la parte aérea de la planta, de igual manera menciona que al utilizar una densidad de siembra de 2,5 – 6 plantas/m<sup>2</sup> se puede obtener diámetros entre 1,4 y 2,73 cm.

**Figura 14**

*Efecto de espirulina y bokashi sobre el diámetro de planta de pimiento*



*Nota.* Autoría propia

Para F. Jufri & Sulistyono (2016), el desarrollo vegetativo de las plantas tiene una estrecha relación con la cantidad de nutrientes disponibles, así como factores ambientales como la luz y temperatura.

El tratamiento T2 (espirulina), presentó mayor altura y diámetro debido a que la espirulina es capaz de mejorar el contenido de nitrógeno. Ronga *et al.*, (2019) menciona que las microalgas están compuestas de micro y macronutrientes, especialmente nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) con valores de 6,70%; 2,47% y 1,14% respectivamente, menciona que algunas especies de cianobacterias pueden fijar el nitrógeno atmosférico dentro de sus células.

De acuerdo con la investigación de Rodríguez *et al.*, (2020) menciona que el nitrógeno es uno de los elementos más importantes en la nutrición del cultivo de pimiento porque actúa en procesos como absorción iónica, fotosíntesis, respiración, diferenciación celular y principalmente en el crecimiento vegetativo de la planta y la producción ya que estimula el desarrollo de yemas florales y fructíferas.

En contraste a los resultados obtenidos en el presente estudio, Marrez *et al.*, (2014) no obtuvo diferencias estadísticas significativas con valores de Control: 104,55 cm; 0,94 cm y Espirulina: 100,53 cm; 0,99 cm para longitud y diámetro respectivamente. Así como Medeiros *et al.*, (2015) que evaluó la

espirulina en el cultivo de papaya (*Carica papaya L.*) no presentó diferencias significativas los 60 DDT obteniendo valores de 12,64 cm y 5,15 cm para longitud y diámetro.

Pero, por otra parte, Vlahova *et al.*, (2014) en su estudio corrobora que la espirulina permite obtener un mejor desarrollo vegetativo de plantas de pimiento, ya que los resultados presentaron diferencias estadísticas significativas con valores de Control: 47,20 cm; 0,68 cm y Espirulina: 63,87cm; 1,01 cm para longitud y diámetro.

### Semana de floración

Se determinó que para el apareamiento de la floración después del trasplante existió diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0,0001$ ) (Tabla 10). La prueba de Tukey (5%) evidenció diferencias significativas entre los tres tratamientos. Las plantas de pimiento tratadas con espirulina (T2) presentaron su floración entre la semana séptima y octava obteniendo un promedio general de  $8 \pm 0,01$  (Tabla 11).

**Tabla 10**

*Contraste de heterocedasticidad*

| Contraste de heterocedasticidad           |             |                    |         |
|---|-------------|--------------------|---------|
|   | Estadístico | Grados de libertad | Valor p |
| Contraste de heterocedasticidad de B - P: | 80,64       | 2                  | 2.2e-16 |

*Nota.* Autoría propia

**Tabla 11**

*Prueba de Tukey 5% para días de floración de planta*

| Tratamiento | Media | E.E  |   |
|-------------|-------|------|---|
| T2          | 8     | 0,01 | a |
| T1          | 10    | 0,05 | b |
| T0          | 12    | 0,03 | c |

*Nota.* Autoría propia

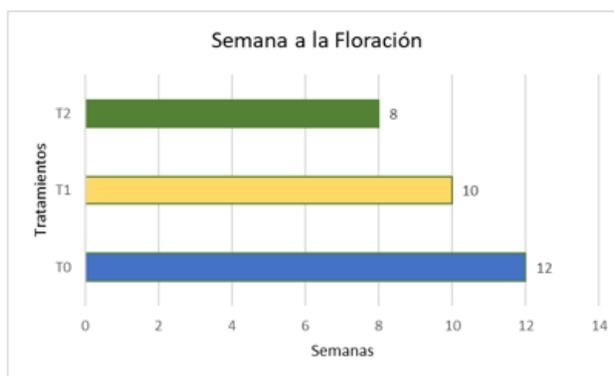
Ronga *et al.*, (2019), menciona que para que sea efectivo el uso de biofertilizantes la aplicación foliar es una de las más idóneas. Con esto Tsavkelova *et al.*, (2006), pudo evidenciar que la biofertilización

foliar en base a espirulina mejora desarrollo de la planta en tasas de crecimiento de raíces, brotes y precocidad de la floración, dando a esta última también mejor calidad de flor y frutos. Esto debió que contiene altos niveles de micronutriente y macronutrientes para el crecimiento, además de presentar fitohormonas como giberelinas, auxinas y citoquinas, Stefanello Fernández *et al.*, (2022)

Cabe mencionar que la espirulina no solo causa ese efecto en hortalizas sino también en frutales. El estudio realizó Mohamed *et al.*, (2021)corrobora que en el cultivo de mandarina la espirulina presentó diferencias estadísticamente significativas con el control donde se menciona que hubo mayor número de flores y cuajado.

**Figura 15**

*Efecto de espirulina y bokashi sobre el inició de floración de planta de pimiento*



*Nota.* Autoría propia

**Peso del fruto por tratamiento**

A partir del análisis de varianza se determinó que existe diferencias significativas en el peso del fruto por tratamiento obteniendo un valor d  $p < 0,0001$  (Tabla 12).

**Tabla 12**

*Contraste de heterocedasticidad*

| <b>Contraste de heterocedasticidad</b>    |                    |                           |                |
|---|--------------------|---------------------------|----------------|
|   | <b>Estadístico</b> | <b>Grados de libertad</b> | <b>Valor p</b> |
| Contraste de heterocedasticidad de B - P: | 3,94               | 2                         | < 0,0001       |

*Nota.* Autoría propia

Mediante la prueba de Tukey (5%) se evidenció que el tratamiento de espirulina(T2), presentó un peso de fruto mayor que los otros tratamientos, obteniendo un promedio general de 114,50  $\pm$ 2,23 g (Tabla 13).

**Tabla 13**

*Prueba de Tukey 5% del peso del fruto por tratamiento.*

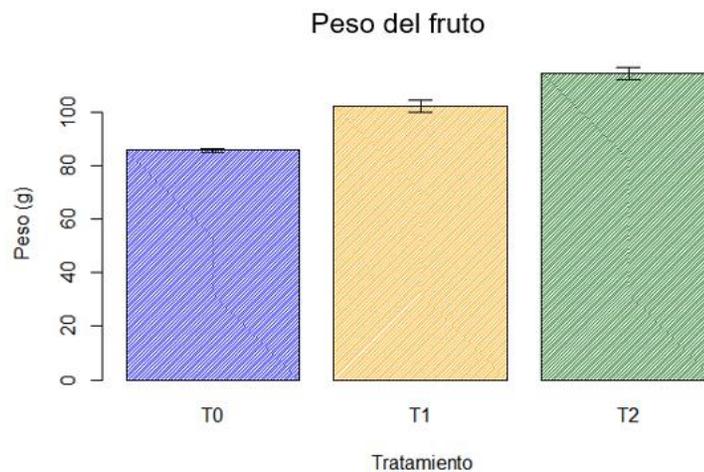
| Tratamiento | Media (g) | E.E  |   |
|-------------|-----------|------|---|
| T2          | 114.50    | 1,92 | a |
| T1          | 102.11    | 1,92 | b |
| T0          | 85.832    | 1,92 | c |

*Nota. Autoría propia*

Rodríguez *et al.*, (2019), mencionan que el peso individual del fruto varía entre 125 a 161 g, los pimientos de color rojo presentan mayor peso. El rendimiento de la planta está estrechamente enlazado con la fertilidad del suelo, calidad del agua de riego, la densidad de plantación y las condiciones ambientales del invernadero.

**Figura 16**

*Efecto de espirulina y bokashi sobre el peso del fruto por tratamiento*



*Nota. Autoría propia*

### Longitud del fruto por tratamiento

Se determinó que existió diferencias significativas en cuanto a la longitud del fruto por tratamiento, se obtuvo un valor de  $p < 0,0001$  (Tabla 14).

**Tabla 14**

*Contraste de heterocedasticidad*

| Contraste de heterocedasticidad           |             |                    |          |
|---|-------------|--------------------|----------|
|   | Estadístico | Grados de libertad | Valor p  |
| Contraste de heterocedasticidad de B - P: | 3,94        | 2                  | < 0,0001 |

*Nota.* Autoría propia

En la prueba de Tukey (5%) se evidencio que los frutos que corresponden al tratamiento (T2), obtuvo mayor longitud (cm) en el fruto siendo superior que los otros tratamientos, presentando un promedio general de 128,16 +2,44 cm (Tabla 15).

**Tabla 15**

*Prueba de Tukey 5% de longitud del fruto por tratamiento*

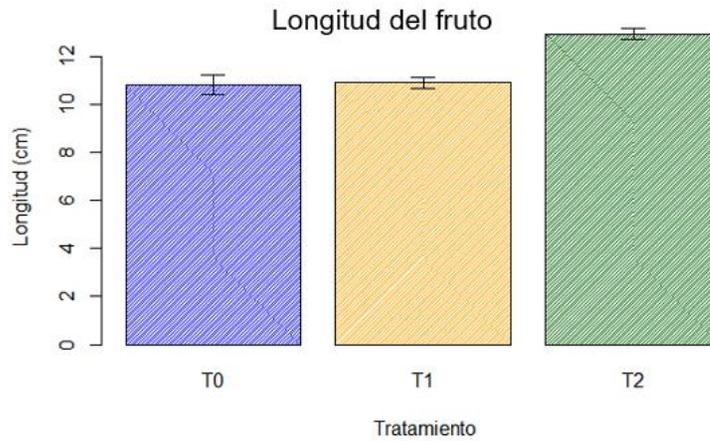
| Tratamiento | Media<br>(cm) | E.E  |   |
|-------------|---------------|------|---|
| T2          | 12.91         | 2,44 | a |
| T1          | 10.88         | 2,14 | b |
| T0          | 10.80         | 4,26 | b |

*Nota.* Autoría propia

Pérez et al., (2020), menciona que la espirulina presenta un alto contenido de aminoácidos y proteínas lo que resulta ser un compuesto biológico que actúa como vitamínico, la espirulina consigue más brotes y un mejor cuajo de las flores que proporciona a su vez un fruto de mayor tamaño y con buenos aspectos externos como brillo y consistencia.

**Figura 17**

*Efecto de espirulina y bokashi sobre la longitud del fruto por tratamiento*



*Nota.* Autoría propia.

### **Diámetro del fruto por tratamiento**

Después de realizar el análisis de varianza se determinó existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0,001$ ) (Tabla 16).

**Tabla 16**

*Contraste de heterocedasticidad*

| <b>Contraste de heterocedasticidad</b>    |                    |                           |                |
|---|--------------------|---------------------------|----------------|
|   | <b>Estadístico</b> | <b>Grados de libertad</b> | <b>Valor p</b> |
| Contraste de heterocedasticidad de B - P: | 3,94               | 2                         | < 0,0001       |

*Nota.* Autoría propia

La prueba de Tukey (5%) evidencio diferencias significativas entre los tres tratamientos, donde el tratamiento de espirulina (T2) presentó un diámetro superior, obteniendo un promedio general de  $53,70 \pm 1,36$  cm (Tabla 17).

**Tabla 17**

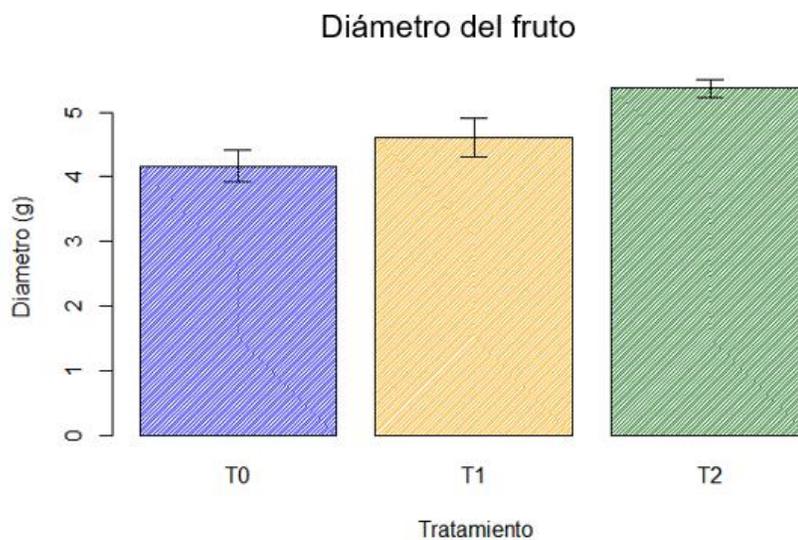
*Prueba de Tukey 5% del diámetro del fruto por tratamiento.*

| Tratamiento | Media<br>(cm) | E.E  |    |
|-------------|---------------|------|----|
| T2          | 5.37          | 1,36 | a  |
| T1          | 4.65          | 3,08 | ab |
| T0          | 4.16          | 2,46 | b  |

*Nota. Autoría propia*

**Figura 18**

*Efecto de espirulina y bokashi sobre el diámetro del fruto por tratamiento*



*Nota. Autoría propia*

Los promedios de peso, longitud y diámetro de los frutos del tratamiento T2 fueron mayores en relación con los otros tratamientos debido a que según investigaciones de Marrez et al., (2014), revela que después de haber pasado por el medio Zarrouk la biomasa de espirulina (*Arthrospira plantensis*) puede ofertar a la planta un contenido de hasta  $593.4 \pm 15.52\text{mg}100\text{g}^{-1}$ .

Bruno *et al.*, (2017), menciona que el potasio favorece la maduración de los frutos, empieza actuar desde la aparición del fruto hasta su cosecha, estimula la producción de vitaminas, almidón y azúcares en la

planta. El potasio es importante en la nutrición ya que aporta con el desarrollo del cultivo y es un elemento esencial que influye directamente en el crecimiento y mejora la producción de pigmentos en el fruto.

Chapagain & Wiesman (2004), concluye que el potasio presenta un importante rol en el cierre de estomas, turgencia celular y activación de múltiples enzimas procesos que indican en rendimiento y calidad del fruto, de igual manera el grosor de la pared del fruto está influenciada por el potasio y el calcio.

A pesar de que Aly & Esawy (2008) no obtuvo diferencias estadísticas significativas con valores de Control: 422,93 (g); 0,588(cm); 13,29 (cm) y Espirulina: 480,81(g); 0,61(cm) ;19,50 (cm) para peso, diámetro y longitud respectivamente. Cabe mencionar que Plant Production Mansoura (2012), realizó la aplicación de espirulina en el cultivo de fresa obteniendo resultados con diferencias estadísticas significativas entre la espirulina y el control presentando los siguientes resultados: espirulina 2,79 cm; 9,82(g) y 2,40(cm); 11.11 (g).

### Frutos por tratamiento

En el análisis de varianza de los frutos por planta se pudo evidenciar que presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos con valor de  $p < 0,0003$  (Tabla 18).

**Tabla 18**

#### *Contraste de heterocedasticidad*

| <b>Contraste de heterocedasticidad</b>    |                    |                           |                |
|---|--------------------|---------------------------|----------------|
|   | <b>Estadístico</b> | <b>Grados de libertad</b> | <b>Valor p</b> |
| Contraste de heterocedasticidad de B - P: | 3,94               | 2                         | < 0,0003       |

*Nota.* Autoría propia

La prueba de Tukey (5%) evidenció diferencias significativas entre los tres tratamientos, donde se aplicó espirulina (T2) presentó mayor cantidad de frutos por planta obteniendo un promedio general de  $5,38 + 0,31$  (Tabla 19).

**Tabla 19**

*Prueba de Tukey 5% números del fruto por tratamiento.*

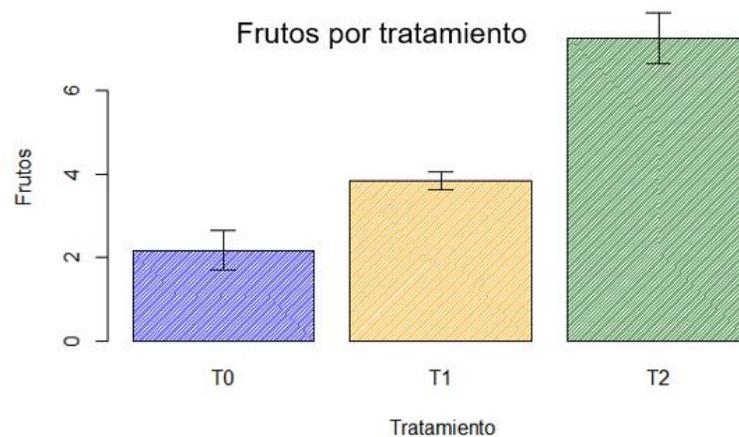
| Tratamiento | Media | E.E  |   |
|-------------|-------|------|---|
| T2          | 5,38  | 0,31 | a |
| T1          | 3.83  | 0,31 | b |
| T0          | 2.41  | 0,31 | c |

*Nota. Autoría propia*

El biofertilizante a base de espirulina mejora el rendimiento de los cultivos aumentando la cávida de la fruta y vigor, resistencia al estrés biótico y abiótico y aumenta la vida útil de los productos de postcosecha. Pérez *et al.*, (2020), menciona que los beneficios que presenta la espirulina podrían deberse a los compuestos activos que producen naturalmente, como auxinas citoquininas, giberelinas y otros compuestos.

**Figura 19**

*Efecto de espirulina y bokashi sobre número del fruto por tratamiento*



*Nota. Autoría propia.*

### **Rendimiento**

En el análisis de varianza para evaluar el rendimiento se pudo evidenciar que presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p < 0,0001$ ) (Tabla 20).

**Tabla 20**

*Contraste de heterocedasticidad*

| Contraste de heterocedasticidad           |             |                    |          |
|---|-------------|--------------------|----------|
|   | Estadístico | Grados de libertad | Valor p  |
| Contraste de heterocedasticidad de B - P: | 2,8645      | 2                  | < 0,0001 |

*Nota.* Autoría propia

Con un nivel de confiabilidad al 5%, la prueba de Tukey mostró que el tratamiento de espirulina (T2) presentó mayor rendimiento obteniendo un promedio general de 22934,22  $\pm$  1566,88 kg/ha (Tabla 21).

**Tabla 21**

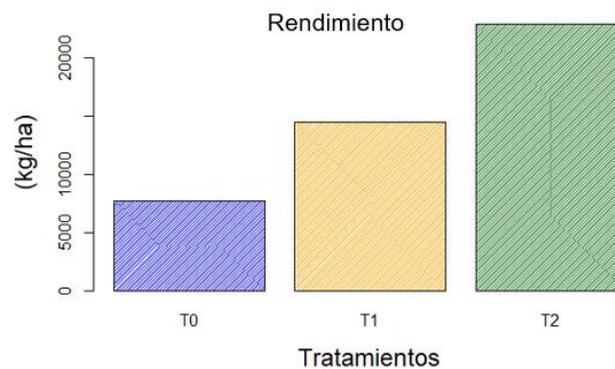
*Prueba de Tukey 5% para el rendimiento*

| Tratamiento | Media<br>(kg/ha) | E.E     |   |
|-------------|------------------|---------|---|
| T2          | 22934,22         | 1566,88 | a |
| T1          | 14503,332        | 996,81  | b |
| T0          | 7708,22          | 1566,88 | c |

*Nota.* Autoría propia

**Figura 20**

*Efecto de espirulina y bokashi en el rendimiento*



*Nota.* Autoría propia

Cañarte *et al.*, (2018), menciona que el rendimiento y por ende la rentabilidad en la producción de hortalizas tienen influencia directa con las variables de crecimiento del fruto, siendo que en el cultivo de pimiento se puede obtener hasta 48000 kg /ha.

Existen varios estudios que mencionan que los biofertilizantes a base de microalgas logran mejorar el rendimiento de los cultivos y aumenta la productividad en condiciones de estrés, cabe mencionar que Vlahova *et al.*, (2014) demostró que las microalgas proporcionan resultados satisfactorios en la calidad de la papa, pimiento y el guisante de trigo. Aly & Esawy (2008), también evidenció que el rendimiento con el biofertilizante a base de espirulina presentó diferencias significativas con valores de control: 1,000kg/ha y Espirulina: 1,500 kg/ha.

Sin embargo, cabe mencionar que este último también asegura que a la cuarta cosecha las plantas que no fueron tratadas con espirulina presentan un aumento en su rendimiento en relación con las que sí se aplicó biofertilizantes. Esto debió a una adición de fertilización química después de cada cosecha.

### **Análisis de presupuesto parcial**

El análisis económico comprende el rendimiento del pimiento var Campero bajo los dos tratamientos en estudio T1 (Bokashi) y T2 (Espirulina) se evaluó el costo por producción, beneficio bruto, neto y relación beneficio costo.

Los costos de producción se realizaron bajo diferentes rubros abarcando los materiales que se usaron para la elaboración del Bokashi y la Espirulina, presentando costos de \$ 21,40 y \$ 31,14 respectivamente.

Los tratamientos evaluados presentaron diferencias, el tratamiento T2 registro el mayor ingreso neto con \$ 45182,91 a comparación del T1 con \$ 28083,89.

**Tabla 22***Análisis económico por tratamiento*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Tratamiento</b>            | <b>Costo<br/>plantación</b> | <b>Total, de costos<br/>varían</b> | <b>Beneficio<br/>bruto(\$/ha)</b> | <b>Beneficio<br/>neto(\$/ha)</b> |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 0                  | Sin fertilizante              | 14,40                       | 5.586,38                           | 19279,22                          | 13692,85                         |
| 1                  | Biofertilizante<br>Bokashi    | 21,40                       | 8.301,97                           | 36385,86                          | 28083,89                         |
| 2                  | Biofertilizante<br>Espirulina | 31,14                       | 12.119,56                          | 57302,47                          | 45182,91                         |

*Nota:* Autoría propia.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- ✓ El biofertilizante a base de espirulina fue más eficaz frente al tratamiento bokashi, debido a que se obtuvo los mejores resultados en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de pimiento, bajo condiciones de invernadero.
- ✓ Mediante el plan de manejo orgánico en el cultivo de pimiento, es necesario poner énfasis en el primer mes después del trasplante debido que nos indicó que la planta se adaptó adecuadamente al suelo mediante la aparición de nuevas hojas.
- ✓ En las variables agronómicas se concluye que el biofertilizante de espirulina fue más eficiente presentando promedios de altura (32, 88 cm), diámetro (0,91cm), floración precoz (8 semana) y frutos (5,38 frutos por planta) estadísticamente mayores que el resto de los tratamientos.
- ✓ En las variables de rendimiento se concluye que el biofertilizante de espirulina presento mejores características con frutos de mayor peso (114,50 g), diámetro (53,70 cm) y longitud (128,16 cm), arrojó un rendimiento estadísticamente mayor de 22934,22 kg/ha estadísticamente mayores que el resto de los tratamientos.
- ✓ El análisis económico permitió evaluar y verificar que el biofertilizante a base de espirulina es óptimo para ser incorporado en la agricultura tradicional porque genera un rendimiento competitivo.

#### Recomendaciones

- ✓ Usar semillas certificadas para realizar el análisis de germinación a través de la aplicación de espirulina.
- ✓ Evaluar diferentes concentraciones del biofertilizante a base de espirulina en diversos cultivos y promover los cultivos más sustentables con el ambiente y evitar perjuicios a las personas que lo consumen.
- ✓ Disponer de mayor tiempo para evaluar todas las cosechas del cultivo de pimiento para evaluar la rentabilidad de la espirulina a largo plazo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2021). *Ecuador cuenta con más de dos mil productos orgánicos*.  
<https://www.agrocalidad.gob.ec/ecuador-cuenta-con-mas-de-9-mil-productores-organicos/>
- Akgül, F. (2019). Efecto del extracto de *Espirulina platensis* (Gomont) Geitler en la germinación de semillas de trigo y cebada. *Alinteri Zira Bilimler Dergisi*. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.639000>
- Albarracín, K. (2019). *Elaboración de bokashi utilizando microorganismos en diferentes dosis, preparado con estiércol y residuos vegetales en el cantón Quevedo*. [Proyecto de investigación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3839/1/T-UTEQ-0187.pdf>
- Aly, M., & Esawy, M. (2008). Evaluación de *Espirulina Platensis* como Bioestimulador para Sistemas de Agricultura Orgánica. In *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* (Vol. 6, Issue 1).  
<https://www.researchgate.net/publication/260553615>
- Arias, L. (2013). *Comportamiento agronómico de 4 híbridos de pimiento (Capsicum annum L.) En la parroquia luz de América cantón Santo Domingo* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/595/1/T-UTEQ-0087.pdf>
- Arias, R. (2016). *Respuesta agronómica de cultivo de pimiento (Capsicum annum) con la aplicación de abonos orgánicos foliares y edáficos*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi].  
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3548/1/T-UTC-00825.pdf>
- Bermudez, S. (2019). *Cultivo orgánico de pimiento (Capsicum annum) como alternativa alimenticia en huertos familiares* [Componente Práctico, Universidad Técnica de Babahoyo].  
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6783/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000046.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Borbor, A., & Suárez, G. (2007). *Producción de tres híbridos de pimiento (Capsicum annum) a partir de semillas sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético en el campo experimental río verde, cantón Santa Elena*. [Tesis de Grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena].

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/901/1/BORBOR%20NEIRA%20ALBERTO%20Y%20SUÁREZ%20SUÁREZ%20GARDENIA.pdf>

Borge, M. (2012). *Agricultura orgánica: solución de sostenibilidad.*

<http://www.cegesti.org/noticiasnew/search.php?results>

Bruno, R., Jiménez, M., & García, R. (2017). *Influencia del potasio en el rendimiento y calidad del fruto de tomate (Lycopersicon esculentum Mill).*

<https://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/81/143>

Cañarte, C., Fuentes, T., & Augusto, N. (2018). Producción y comercialización del pimiento e incidencia socioeconómica. *Polo Del Conocimiento*, 3(7), 238. <https://doi.org/10.23857/pc.v3i7.545>

Carrera, A. (2014). *Evaluación de cuatro tratamientos en el cultivo de pimiento (Capsicum annum l.)*

*Variedad tropical Irazú a campo abierto, para el control de marchitez por phytophthora (phytophthora capsici leo.) En la parroquia de Imbaya provincia de Imbabura* [Tesis de Grado,

Universidad Técnica del Norte].

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2815/1/03%20AGP%20171%20TESIS.pdf>

Cayturo, J., & Villarruel, V. (2017). *Influencia de la dieta balanceada con espirulina (Arthrospira platensis) en*

*el cultivo de paco (piaractus brachypomus)-etapa de engorde.* [Tesis, Universidad Nacional Amazónica de Madres de Dios]. [https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/685/004-2-1-](https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/685/004-2-1-046.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[046.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/685/004-2-1-046.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Chapagain, B. P., & Wiesman, Z. (2004). Efecto del cloruro de potasio y magnesio en la solución de

fertirrigación como fuente parcial de potasio sobre el crecimiento, rendimiento y calidad del tomate de invernadero. *Scientia Horticulturae*, 99(3-4), 279-288. [https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(03\)00109-](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(03)00109-2)

[2](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(03)00109-2)

Collantes, J. (2015). *Estudio de dos tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en dos híbridos comerciales de*

*pimiento (Capsicum annun L.) en la parte alta de la Cuenca del Río Guayas* [Tesis de Grado,

Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/22/1/T-UTEQ-0008.pdf>

Corporación Financiera Nacional. (2017). *Procesos y Productos Financieros dirigidos a la Reactivación del Sector Productivo*. [https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/10/PPT-FINAL-2-OCT\\_NUEVOS-PROCESOS-CFN-WEB.pdf](https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/10/PPT-FINAL-2-OCT_NUEVOS-PROCESOS-CFN-WEB.pdf)

Deker, L. (2011). *Adaptación de cinco híbridos de pimiento (Capsicum annum l.) En la zona de Catarama, cantón Urdaneta provincia de los Ríos*. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8163/1/TEISIS%20PIMIENTO.pdf>

Di Fabio, A., Lozoya, G., & Olivera, F. (2016). *Producción y Manejo de cultivo*. <https://intercoonecta.aecid.es/Gestin%20del%20conocimiento/0029-3%20Cultivo%20de%20pimientos.pdf>

Fornaris, G. (2005). *Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento*. <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/PIMIENTO-Character%3%ADsticas-de-la-Planta-v2005.pdf>

García, L., & Vélez, M. (2008). *Caracteres Agronómicos del cultivo de Pimiento (Capsicum annum) utilizando cuatro materiales de siembra y tres plantas de Fertilización*. [Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Agropecuaria de Manabí]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/563>

Gobierno Autónomo de Descentralizado Municipal. (2014). *Plan de desarrollo y ordenamiento Territorial*. [https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdiagnostico/Diagnostico%20rumi%C3%B1ahui\\_15-11-2014.pdf](https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/Diagnostico%20rumi%C3%B1ahui_15-11-2014.pdf)

Google Earth. (2023, October 24). *Predio Melanie Escobar*. <https://www.google.com/maps/@-0.3827209,-78.4117823,15.5z?hl=es-EC>

Guiberteau, A., & Labrador, J. (1998). *Técnicas de Cultivo en Agricultura Ecológica* (Vol. 8). [www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1991\\_08.pdf](http://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1991_08.pdf)

- Hidalgo, J. (1979). *La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano*.  
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6095/1/T2562-MRI-Hidalgo-La%20situacion.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2003). *Investigación de Agricultura Orgánica*.  
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1706>
- Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Republica de Cuba. (2022). *Cultivos Tropicales* (Ed; 2nd ed; Vol. 43).  
<http://ediciones.inca.edu.cu>
- Jordán, F., & Pizarro, M. (2020). *Elaboración de abono tipo bokashi a partir de residuos orgánicos de origen doméstico y de actividad agropecuaria* [Trabajo de Investigación, Escuela Académico Profesional Ingeniería de Ambiental].  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10557/1/IV\\_FIN\\_107\\_TI\\_Jord%C3%A1n\\_Pizarro\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10557/1/IV_FIN_107_TI_Jord%C3%A1n_Pizarro_2020.pdf)
- Jufri, A. F., & Sulistyono, A. E. (2016). Efectos de *Espirulina platensis* seca y antitranspirante en el crecimiento y rendimiento de chile (*Capsicum annuum* L.) City. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 44(2), 170. <https://doi.org/10.24831/jai.v44i2.13486>
- Jufri, F., & Sulistyono, E. (2016). *Efectos de Espirulina platensis* seca y antitranspirante sobre el crecimiento y rendimiento de chile (*Capsicum annuum* L.).  
<https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jurnalagronomi/article/view/13486/10123>
- Maldonado, B. (2012). *Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Economía Análisis comparativo de agricultura orgánica con agricultura convencional-Estudio de caso del cultivo de Brócoli*. [Disertación de grado, Pontifica Universidad Católica del Ecuador].  
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5180/T-PUCE-5406.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mármol, J. (2010). *Cultivo del Pimiento dulce en invernadero*.  
[https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo\\_Pimiento\\_Invernadero.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo_Pimiento_Invernadero.pdf)

- Maroto, J. (2002). *Horticultura herbácea especial* (Mundi prensa, Vol. 2). Ediciones Mundi-Prensa.
- Marrez, D., Naguib, M., & Sultan, Y. (2014). Evaluación de la composición química de *Spirulina platensis* en diferentes medios de cultivo. In *Article in Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. <https://www.researchgate.net/publication/287464870>
- Medeiros, F., Railene, C., Lima, J., Sousa, T., Oliveira, I., & Almeida, R. (2015). *Producción de plántulas de papaya utilizando Spirulina platensis*. <http://eventosolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/1035.pdf>
- Mendoza, M., & Grupo El Comercio. (2011, March 5). *Cuatro tipos de pimiento se cosechan en el Ecuador*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cuatro-clases-de-pimientos-se.html>
- Mohamed, R., Atawia, H., Badawy, E., & Al-Rahman, M. (2021). Efecto de algunos tratamientos sobre el crecimiento vegetativo, el rendimiento y la calidad de la fruta de los árboles de mandarina Gold Nugget. *Journal of Plant Production*, 12(3), 193–199. <https://doi.org/10.21608/jpp.2021.153073>
- Monge, J., & Elizondo, E. (2017). Caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento (*Capsicum annuum*) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *InterSedes*, 18(37). <https://doi.org/10.15517/isucr.v18i37.28652>
- Mora, R., Sánchez, F., & García, V. (2011). *Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (Capsicum annuum l.) Cultivados en hidroponía*. XVII(2), 5–18. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60949936002>
- Moreno, A. (2015). *Respuesta del cultivo de pimiento (Capsicum annuum) Var. Nathalie bajo invernadero a la aplicación foliar complementaria con tres tipos de lactofermentos* [Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7073/1/T-UCE-0004-37.pdf>
- Muñoz, F., Pineda, J., Barrigas, D., & Pineda, C. (2021). Producción de espirulina (*Arthrospira platensis*): una revisión Production of spirulina (*Arthrospira platensis*): a review. *Revista Biorrefinería*, 4, 1–9. <https://www.cebaecuador.org/wp-content/uploads/2022/01/16.pdf>

- Ortega, P. (2012). *Elaboración del bokashi sólido y líquido* [Tesis de Pregrado, Universidad de Cuenca].  
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3347/1/TESIS.pdf>
- Pérez, M. (2014). *Evaluación de tres sustratos y cuatro dosis de Bioestimulante para la producción de Pimiento ornamental (Capsicum annuum) bajo invernadero*.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3222/1/T-UCE-0004-85.pdf>
- Pinto, M. (2013a). *El cultivo de pimiento y el Clima en el Ecuador*.  
<https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El%20%20cultivo%20del%20pimiento%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- Pinto, M. (2013b). *El cultivo del pimiento y el clima en el Ecuador*.  
<https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El%20%20cultivo%20del%20pimiento%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- Plant Production Mansoura. (2012). Sustitución parcial de fertilizar N inorgánico mediante el uso de ácido húmico, compost enriquecido con actinomicetos y alga spirulina platensis en fresa cv. festival. In *J. Plant Production, Mansoura Univ* (Vol. 3, Issue 5). [https://jpp.journals.ekb.eg/article\\_84252.html](https://jpp.journals.ekb.eg/article_84252.html)
- Puente, E. (2019). *Evaluación del comportamiento productivo de cobayos en crecimiento alimentados con la microalga Arthrospira platensis* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador].  
<https://dspace.pucesi.edu.ec/handle/11010/506>
- Robles, A. (2011). *E- Commerce, Refuerzo para el desarrollo de la Agricultura Orgánica* [Licenciado en Relaciones Comerciales, Instituto Politécnico Nacional].  
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/11716/LRC2011%20R648a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, F., Montero, G., & Michels, J. (2019, July 2). *Producción de pimiento (Capsicum annum L.) en casa de cultivo protegido con fertirriego e inoculación con Glomus cubense*.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181363107002>

- Rodríguez, G., Praderas, H., Basso, C., García, M., & León, R. (2020). Efecto de las dosis de nitrógeno en la agronomía y fisiología del maracuyá amarillo. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1), 117–128. <https://doi.org/10.15517/AM.V31I1.36815>
- Rodríguez, N. (2016). *Ensayo de tres variedades de pimiento (Capsicum annuum L.) de tipo Lamuyo en dos tipos de invernaderos y en distintos sistemas de cultivo*. [Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería]. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/6348/Proyecto.%20REDACCION.%20ENUMERADO.%20Secciones.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E., & Tava, A. (2019). Bioestimulantes y biofertilizantes de microalgas en la producción de cultivos. *Agronomy*, 9(4), 192. <https://doi.org/10.3390/agronomy9040192>
- Sánchez, R. (2014). *Comparación del efecto de distintos patrones en pimiento tipo California CV. Bily y su influencia sobre la calidad de los frutos*. [Trabajo de investigación, Universidad de Almería]. <https://core.ac.uk/download/pdf/143456584.pdf>
- Sandoval, D. (2017). *Evaluación del crecimiento de espirulina (Arthrospira platensis) mediante alternativas de fertilización orgánica e inorgánica y su masificación en condiciones de campo en la Hda. El Prado* [Tesis de Pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14508/1/T-IASA%20I-005379.pdf>
- Saraguay, S. (2020). *Densidad de siembra y aplicación foliar en el cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.) Bajo dos sistemas de tutorío* [Tesis de Pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SARAGUAYO%20ORMAZA%20STEEVEN%20BYRON.pdf>
- Sarmiento, G., Amézquita Álvarez, M. A., & Mena Chacón, L. M. (2019). Use of bocashi and effective microorganisms as an ecological alternative in strawberry crops in arid zones. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 55–61. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.06>

- Sosoranga, C. (2018). *Elaboración y evaluación de tres tipos de bocashi con la aplicación de microorganismos eficaces en diferentes upas de la comunidad la matara, cantón Saraguro* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Loja].  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20023/1/Claudio%20Sosoranga%20Paqui.pdf>
- Soto, M. (2007). *Efecto de la Inoculación con Azospirillum sp y Plásticos de Colores en plántulas de Pimiento (Capsicum annuum)*. [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4955/T16449%20%20%20SOTO%20MORENO%2C%20MART%20%20%20ALBERTO%20%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Stefanello, V., Ribeiro, R., Sumara, P., Silveira, V., Queiroz, G., da Silva, H., Martins, N., & Azevedo, G. (2022). Efecto de las dosis y tiempos de aplicación del extracto de algas en caracteres morfológicos de cultivares de arroz en Tocantins. *Conjecturas*, 22(2), 1797–1818. <https://doi.org/10.53660/CONJ-810-H22>
- Suárez, D. (2021). *Evaluación agronómica de dos híbridos de pimiento (Capsicum annuum L.), en el cantón Yaguachi, provincia del Guayas* [Tesis de Pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SUAREZ%20VELEZ%20DANIELA%20CAROLINA.pdf>
- Tsavkelova, E., Klimova, S., Cherdyntseva, T., & Netrusov, A. (2006). Hormonas y sustancias similares a hormonas de microorganismos. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 42(3), 229–235.  
<https://doi.org/10.1134/S000368380603001X>
- Villagómez, D. (2014). *Elaboración de bokashi a partir de residuos del faenamiento de animales del camal de la Maná, provincia de Cotopaxi* [Trabajo de Grado, Universidad Central del Ecuador].  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7707/1/T-UCE-0012-356.pdf>
- Vlahova, V., Popov, V., Boteva, H., Zlatev, Z., & Cholakov, D. (2014). Influencia de los biofertilizantes en el crecimiento vegetativo, contenido mineral y parámetros fisiológicos de pimiento (*Capsicum annuum L.*) cultivado en agricultura orgánica. In *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* (Vol. 13, Issue 4).  
<https://czasopisma.up.lublin.pl/index.php/asphc/article/view/2774/1940>

- Yáñez, V. (2016). *Efecto de barreras alelopáticas y biocidas en el manejo de insectos plagas del cultivo de pimiento (Capsicum annuum)* [Proyecto de Investigación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3256/1/T-UTEQ-0093.pdf>
- Yang, B., Xiong, Z., Wang, J., Xu, X., Huang, Q., & Shen, Q. (2015). Mitigar el potencial de calentamiento global neto y las intensidades de los gases de efecto invernadero mediante la sustitución de fertilizantes nitrogenados químicos con estrategias de fertilización orgánica en los sistemas de rotación anual de arroz y trigo en China: un experimento de campo de 3 años. *Ecological Engineering*, 81, 289–297.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.04.071>
- Zamora, J. (2015). *Respuesta del cultivo de Pimiento (Capsicum annuum L.) a la utilización de bioestimulantes en época lluviosa en la zona de Buena Fe*. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1273/1/T-UTEQ-0021.pdf>
- Zapata, A., & Muñoz, J. (2022). *Índice de Precios al productor de Disponibilidad Nacional (IPP-DN)*.  
[www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec)