



Evaluación de la eficacia de los biofertilizantes Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*)

variedad híbrido Cida R en el cantón Rumiñahui

Gaibor Vargas, María de Lourdes

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 Ph. D.

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 los biofertilizantes de Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cida R en el cantón Rumiñahui**, fue realizado por la señorita: **Gaibor Vargas, María de Lourdes**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta para verificación y/o análisis 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

22/2/23, 18:35

GAIBOR MARIA DE LOURDES

Informe de originalidad

NOMBRE DEL CURSO
REVISION DE TESIS

NOMBRE DEL ALUMNO
GAIBOR MARIA DE LOURDES

NOMBRE DEL ARCHIVO
GAIBOR MARIA DE LOURDES

SE HA CREADO EL INFORME
22 feb 2023

Resumen

Fragmentos marcados	39	6 %
Fragmentos citados o entrecuillados	16	3 %

Coincidencias de la Web

epoch.edu.ec	30	5 %
espe.edu.ec	8	2 %
infoagro.com	3	0,8 %
sld.cu	5	0,7 %
una.edu.ni	2	0,4 %
library.co	1	0,3 %
academia.edu	1	0,3 %
unirioja.es	1	0,2 %
camjol.info	1	0,1 %
tripod.com	1	0,1 %
worldwidescience.org	1	0,1 %
redalyc.org	1	0,1 %



firmado 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, **Gaibor Vargas, María de Lourdes**, con cédula de ciudadanía No 1726639196, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Evaluación de la eficacia de los biofertilizantes Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cida R 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

Gaibor Vargas, María de Lourdes

C.C.: 1726639196



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Autorización de Publicación

Yo, **Gaibor Vargas, María de Lourdes**, con cédula de ciudadanía No. 1726639196 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Evaluación de la eficacia de los biofertilizantes Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cida R en el cantón Rumiñahui**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 22 de febrero de 2023

Gaibor Vargas, María de Lourdes

C.C.:1726639196

Dedicatoria

A mis padres, Libia y Martin, por ser los principales pilares de mi vida y el motor de todos mis logros. Por su constante comprensión durante toda este trayecto de mi vida.

A mis hermanos Jesús G, Leticia G y Brittany A, que, con su amor y dulzura, me han enseñado a seguir adelante.

A mi abuelita María, Ángel (+), Leonor (+) y Jesús (+), que me han enseñado que todo esfuerzo y sacrificio, tiene su recompensa.

Josué A, Fernanda C, Ignacio S y Holguer C, por su incondicional apoyo, motivación, consejos, ayuda y por todas las maravillosas experiencias que hemos compartido juntos.

A Mauricio A y Sandra G, por ser personas tan especiales en mi vida, por sus palabras de aliento y su gesto de apoyo incondicional hacia mí.

A mi ahijada Camila V, porque gracias a ella, he logrado escalar más alto, eres mi fuente de alegría, motivación y mi más grande orgullo. Compartir esta alegría contigo me llena de dicha, porque sé que el día de mañana tú también lo lograras.

A toda mi familia por darme las fuerzas necesarias, por guiarme por el camino correcto y por formarme como ser humano y profesional.

María de Lourdes Gaibor Vargas.

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a Dios, la Virgencita del Quinche y mi morenita, quienes con su santa bendición son mi refugio, para poder salir adelante en cada situación.

Mi más sincero agradecimiento a la Dra. Elizabeth Urbano, por apoyarme durante toda mi carrera universitaria. Gracias y mil gracias Dra., por toda su confianza hacia mí, su rectificación ante mis errores y su principal colaboración durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, sabiduría y ayuda en el desarrollo de este trabajo.

Ing. Juan Tigrero, Ing. Julio Pazmiño, Ing. Jacqueline Torres, Ing. Diego Vela, Dr. Juan Ortiz, Ing. Santiago Ulloa, Ing. Marta Vargas; gracias por toda su ayuda brindada y siempre estar prestos para colaborar en cualquier situación.

Majorie C, Micaela E, Micaela M, Juana S, Derek P, Mario Q, Micael G, Lenin M, Josué C, Jefferson C y Vanessa Q, por ser amigos pasados y presentes; gracias a cada uno de ustedes por ayudarme a crecer y madurar como persona, por estar siempre a mi lado apoyándome en todas las situaciones posibles, por tan lindos recuerdos juntos, son parte de esta alegría.

Mi profundo agradecimiento a Misión Social Rumiñahui y al Sr. Luis Quinga, gracias por confiar en mí y permitirme pasar por todo el proceso de investigación en sus instalaciones.

Finalmente, un eterno agradecimiento al Instituto Agropecuario Superior Andino (IASA I), carrera de Ingeniería Agropecuaria, la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

María de Lourdes Gaibor Vargas

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	11
Índice de figuras	12
Resumen	13
Abstract	14
CAPÍTULO I.....	15
INTRODUCCIÓN	15
Antecedentes.....	15
Justificación e importancia	16
Objetivos.....	17
Objetivo general	17
Objetivo específicos	17
Hipótesis.....	17
CAPÍTULO II.....	18
REVISIÓN DE LITERATURA.....	18
Cultivo de pimiento.....	18
Generalidades.....	18
Requerimientos edafoclimáticos	20
Adaptabilidad de pimiento en Ecuador, en condiciones de invernadero	21
Manejo del cultivo	21
Parámetros de calidad.....	25
Características de las variedades en estudio	26
Cida R.....	26
Biofertilizantes	26

Espirulina (<i>Arthrospira platensis</i>).....	27
Efectos de la espirulina sobre los parámetros fisiológicos de las Plantas.....	28
Parámetros del cultivo microalgas.....	28
Bokashi	30
Descripción	30
Componentes utilizados para la elaboración del Bokashi.....	31
CAPÍTULO III.....	34
MATERIALES Y MÉTODOS	34
Ubicación del lugar de la investigación	34
Ubicación política.....	34
Ubicación geográfica.....	35
Ubicación ecológica.....	35
Materiales y Equipos	35
Material biológico	35
Materiales de campo	36
Materiales y equipos.....	36
Manejo del ensayo	36
Labores pre-culturales.....	36
Labores culturales	36
Cultivo de espirulina (<i>Arthrospira platensis</i>)	37
Elaboración del biofertilizante foliar a base de Espirulina (<i>Arthrospira platensis</i>).....	37
Elaboración de bokashi.....	38
Diseño experimental	38
Variables por evaluar	39
Porcentaje de prendimiento (PP)	39
Altura de la planta en cm. (AP).....	40
Diámetro del tallo en cm. (DT).....	40
Días de floración (DF)	40
Número de frutos por planta cuajados (NFP).....	40
Número de frutos por planta cosechados (NFPC)	40
Peso de los frutos por planta en g. (PFP)	40
Longitud del fruto en cm. (LF).....	40

Diámetro del fruto en cm. (DF).....	41
Rendimiento en kg/ha. (R).....	41
Análisis estadístico	41
Análisis de presupuesto parcial	42
CAPÍTULO IV	43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
Porcentaje de prendimiento.....	43
Análisis de las variables agronómicas de la planta	43
Correlación entre altura y diámetro.....	44
Componentes del rendimiento de la planta.....	45
Análisis de presupuesto parcial para un hectárea	46
CAPÍTULO V	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
Conclusiones	49
Recomendaciones	49
BIBLIOGRAFÍA.....	51

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Temperatura óptima para las fases de cultivo de pimiento (<i>Capsicum annum</i>)</i>	20
Tabla 2 <i>Kilogramos de nutrientes requeridos para el cultivo de pimiento bajo el invernadero</i>	23
Tabla 3 <i>Principales plagas del pimiento</i>	24
Tabla 4 <i>Compuestos presentes en <i>Espirulina</i></i>	27
Tabla 5 <i>Composición del Medio Zarrouk para un litro de solución</i>	29
Tabla 6 <i>Contenido de nutrientes en diferentes tipos de Bokashi</i>	33
Tabla 7 <i>Ingredientes para la elaboración de Bokashi</i>	38
Tabla 8 <i>Caracterización de cada tratamiento</i>	39
Tabla 9 <i>Medias \pm desviación estándar de las variables agronómicas a los 154 DDT</i>	44
Tabla 10 <i>Medias \pm desviación estándar de los variables de cosecha de la planta a los 159 DDT</i>	45
Tabla 11 <i>Análisis presupuesto parcial para un hectárea</i>	47

Índice de figuras

Figura 1 <i>Cianobacteria (Arthrospira platensis)</i>	27
Figura 2 <i>Ubicación del predio de estudio</i>	34
Figura 3 <i>Medidas de la siembra en las parcelas</i>	35
Figura 4 <i>Porcentaje de prendimiento de las plantas de pimiento</i>	43
Figura 5 <i>Relación altura y diámetro en cm de las plantas a los 154 días después del trasplante</i>	45
Figura 6 <i>Relación entre los costos que varían y el beneficio neto</i>	47

Resumen

El estudio se realizó en la parroquia de San Fernando, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, de propiedad Luis Quinga beneficiario del proyecto de Misión Social Rumiñahui, ubicada en al límite de la hacienda el Prado con coordenadas de longitud $78^{\circ} 24'59''W$ y latitud $0^{\circ}22'33''S$, a una altura de 2683 m.s.n.m, con temperaturas promedio de $13,89^{\circ}C$ y precipitaciones anuales de 1285 mm. El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar la eficacia de los biofertilizantes Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cida R. Se estableció un diseño de bloques completos al azar con un factor de estudio (Pimiento variedad Cida R), tres tratamientos que son un testigo, biofertilizante bokashi y biofertilizante espirulina con cuatro repeticiones. Los datos fueron analizados mediante el paquete estadístico Rstudio, mediante análisis de varianza y prueba de medias de Tukey al 95% de confiabilidad. Los resultados obtenidos demuestran que existe diferencias significativas en el desarrollo de la planta con la aplicación del biofertilizante espirulina con respecto a su altura (cm), diámetro (cm), número de flores y número de frutos cuajados; comparado con el biofertilizante bokashi y con el testigo, los mismos que no se observó mayores diferencias. Por otra parte, no se evidencian diferencias significativas durante la cosecha en el número de frutos, peso (g), diámetro(cm), longitud (cm), y en el rendimiento (Kg/ha), con la aplicación de los biofertilizantes bokashi y espirulina frente al testigo.

Palabras clave: Pimiento (*Capsicum annuum*), Cida R, Bokashi, Espirulina (*Arthrospira platensis*).

Abstract

The study was carried out in the San Fernando parish, Rumiñahui Canton, Pichincha Province, owned by Luis Quinga, beneficiary of the Rumiñahui Social Mission project, located on the border of the El Prado farm with longitude coordinates 78° 24'59", W and latitude 0°22'33"S, at an altitude of 2683 masl, with average temperatures of 13.89 °C and annual rainfall of 1285 mm. The objective of the research work was to evaluate the efficacy of Bokashi and Spirulina biofertilizers in pepper (*Capsicum annuum*) hybrid variety Cida R. A randomized complete block design was established with a study factor (Pepper variety Cida R), three treatments which are a control, bokashi biofertilizer and spirulina biofertilizer with four repetitions. The data were analyzed using the statistical package Rstudio, through analysis of variance and Tukey's mean test at 95% reliability. The results obtained show that there are significant differences in the development of the plant with the application of the spirulina biofertilizer with respect to its height (cm), diameter (cm), number of flowers and number of set fruits; in comparison with the bokashi biofertilizer and with the control, the same ones that no major differences were observed. On the other hand, there are no significant differences during the harvest in the number of fruits, weight (g), diameter (cm), length (cm) and yield (Kg/ha), with the application of bokashi and spirulina biofertilizers compared to the control.

Keywords: Pepper (*Capsicum annuum*), Cida R, Bokashi, Spirulina (*Arthrospira platensis*).

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

El pimiento (*Capsicum annuum*), perteneciente a la familia de las solanáceas, tiene una superficie total de 2232 hectáreas cultivadas en Ecuador, distribuidas en los valles interandinos y en el litoral por sus condiciones climáticas favorables para su desarrollo según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2021). Además de ser altamente cultivado en el Ecuador, posee un alto valor nutricional de vitaminas A y C, Guato (2017).

Hamouda *et al.*, (2022), informó sobre la creciente demanda de alimentos orgánicos, así como una mayor conciencia ambiental, por lo que el mercado de biofertilizantes está aumentando en todo el mundo.

El pimiento se siembra sin una apropiada fertilización, dado que solo usan elementos mayores a base de nitrógeno, olvidándose que la planta también necesita otros nutrientes, los cuales deben ser aplicados en cada etapa de desarrollo para mejorar el rendimiento del cultivo, Solis (2020). Las prácticas agrícolas recientes tienden a buscar biotecnología no convencional (biofertilizantes) para el control de los fertilizantes químicos sin ningún efecto sobre el rendimiento de los cultivos y los ingresos con viabilidad rentable.

La espirulina es una microalga, encontrando así que, Shedeed *et al.*, (2022), realizó un estudio en el cultivo de *Lupinus luteus*, donde la espirulina ayudó a mejorar el contenido y la tasa de pigmentos fotosintéticos. En otro estudio llevado a cabo por Godlewska *et al.*, (2019), informó que ayuda a aumentar el peso fresco del rábano cuando la espirulina es aplicada por aspersión foliar. También, S. *platensis* se utilizó como fertilizante para mejorar la biofortificación agronómica de *Amaranthus dubius* (espinaca roja), evidenciando un incremento en macronutrientes y micronutrientes, Mala *et al.*, (2017). Finalmente, Coronel (2021), encontró que la implementación del biofertilizante de espirulina en

el cultivo de (*Lactuca sativa*) ayudo en cuanto al peso fresco y seco, crecimiento radicular y en el rendimiento del cultivo.

Por otra parte, el bokashi en un estudio realizado por Kadhim & Matloob (2022), manifiesta que contribuyo en la altura de la planta , el peso húmedo y seco del follaje en el control de la pudrición de la raíz del higo. Christel (2017), en cambio menciona que mejoro las características de fertilidad del suelo y ayudo a tener mayores rendimientos en el cultivo de espinaca. Finalmente, Moran (2010), encontró que la aplicación del bokashi ayudo a tener mayor número de frutos comerciales y un mayor rendimiento en el cultivo de pimiento.

La producción industrial en el Ecuador está muy poco desarrollada, ya que se limita a la producción artesanal, debido a que, la mayor parte de la producción del país es importada. La producción en Ecuador está monopolizada por una empresa que produce biomasa seca, cosecha y procesa la espirulina con buenas prácticas de manufactura, Vivanco (2021).

Justificación e importancia

En las últimas décadas se ha venido aplicando todo el progreso científico y tecnológico a la llamada Revolución Verde, cuyo resultado final son los suelos erosionados, salinización, compactación ambiental, ósea el rompimiento del equilibrio ecológico.

El uso extensivo de fertilizantes químicos provocó un aumento en la contaminación de la tierra y, por lo tanto, efectos en la salud humana. El uso de biofertilizantes como bokashi y espirulina pueden solucionar estos problemas, retirando el uso de los fertilizantes químicos y contribuyendo a tener mejores resultados enfocadas al uso eficiente de los recursos que procura una agricultura sostenible.

Por lo consiguiente, en el presente estudio se pretende usar un biofertilizante de espirulina y un biofertilizante de bokashi en el cultivo de pimiento para evaluar su efecto en la producción, en la calidad en la cosecha y el desarrollo del pimiento (*Capsicum annum*) variedad Cida R.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la eficacia de los biofertilizantes Bokashi y Espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cida R en el cantón Rumiñahui.

Objetivo específicos

- Diseñar un sistema de manejo orgánico desde el trasplante hasta la cosecha del cultivo del pimiento *Capsicum annuum* variedad híbrido Cida R.
- 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 híbrido Cida R.
- Determinar el tratamiento más económico mediante un análisis de presupuesto parcial.

Hipótesis

- **H0:** Las plantas de *Capsicum annuum* tratadas con espirulina presentan parámetros de calidad y productividad iguales al bokashi.
- **H1:** Las plantas de *Capsicum annuum* tratadas con espirulina presentan mejores parámetros de calidad y productividad que las tratadas con bokashi.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Cultivo de pimiento

Generalidades

El pimentón es originario de las regiones de Bolivia y Perú, donde se cultivan al menos otras cuatro especies además de *Capsicum annuum* L. Este avance complementa e incluso reemplaza a otra especie muy difundida, como es la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), que tiene una gran importancia comercial, Reche (2010).

Taxonomía

Según Reche (2010), la clasificación de los pimientos es la siguiente:

Reino:	Plantae;
División:	Magnoliophyta;
Clase:	Magnoliopsida, Asteridae;
Orden:	Solanales;
Familia:	Solanaceae, Solanoideae;
Tribu:	Capsiceae;
Género:	Capsicum;
Especie:	<i>Capsicum annuum</i> L.; y
Nombre común:	Pimiento.

Morfología

Según el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2001), la morfología de la planta de pimiento es la siguiente:

Planta. *Herbacea* con ciclos de cultivo anuales que varían en altura desde 0,5 metros en algunas variedades al aire libre hasta más de 2 m en la mayoría de los híbridos cultivados en invernaderos.

Sistema radicular. Pivotante y profundo, dependiendo de la profundidad y estructura del suelo, con muchas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 0,5 y 1 metro.

Tallo principal. Crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura pronuncia 2 o 3 ramificaciones según la variedad y se prolonga ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo.

Hojas. Entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy marcado y un peciolo largo y poco aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto), de color verde más o menos oscuro y brillante según la variedad. La nervadura principal surge de la base de la hoja como una prolongación del peciolo, y, al igual que las nervaduras secundarias que son prominentes, llega casi hasta el borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo se realiza de forma alterna, cuyo tamaño varía según la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de las hojas maduras y el peso medio del fruto.

Flor. Las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, insertadas en las axilas de las hojas. La floración es pequeña y tiene pétalos blancos. Su polinización se da por autopolinización, aunque el porcentaje de polinización cruzada puede llegar hasta el 10%.

Fruto. Bayas huecas, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja o blanco); algunas variedades cambian de verde a naranja y al rojo a medida que maduran. Tiene varios tamaños puede llegar hasta más de 500 gramos.

Semillas. Las semillas se colocan en una placenta cónica con disposición central. Son redondas, ligeramente reniformes y de color amarillento.

Fenología

El período de emergencia se encuentra entre 9 y 13 días. El período de floración varía de 70 a 93 días, con la mayor incidencia al inicio de la floración. La fruta madura en 85 días en las variedades más precoces y 107 días para la variedad más joven, Reche (2010).

Requerimientos edafoclimáticos

El manejo adecuado de los factores climáticos es fundamental para el buen desempeño de los cultivos, ya que todos están íntimamente relacionados y los efectos de unos repercuten en los demás.

Suelo

El suelo más adecuado para el cultivo del pimiento es el franco-arenoso, profundo, fértil y con un contenido de materia orgánica del 3 al 4%, principalmente con buen drenaje. El pH óptimo está entre 6,5 y 7, aunque puede tolerar algunas condiciones ácidas (hasta un pH de 5,5); puede crecer en suelos arenosos con un pH cercano a 8. En suelos con antecedentes de *Phytophthora sp*, lo más recomendable es desinfectar antes de la siembra, (Chiriboga, 2019; Guato, 2017; Reche, 2010).

Temperatura

Es un cultivo de verano porque tiene un letargo por debajo de los 6 °C y no tolera las heladas. La temperatura óptima para este cultivo es de entre los 18 y 27 °C, donde logra una óptima floración y fructificación. Temperaturas superiores a los 32 °C provocan la caída de flores e inhiben el proceso de fructificación, (Acosta, 2020; Reche, 2010). Según infoAgro (2011), las temperaturas óptimas del pimiento se detallan en la tabla 1.

Tabla 1

Temperatura óptima para las fases de cultivo de pimiento (Capsicum annum)

Fases del Cultivo	Temperatura (°C)		
	Óptima	Mínima	Máxima
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25 (día)	15	32
	16-18 (noche)		
Floración y fructificación	26-28 (día)	18	35
	18-20 (noche)		

Nota. Autor: infoAgro (2011).

Humedad relativa

El rango óptimo de humedad relativa está entre el 50% y 70%. La humedad relativa muy alta promueve el desarrollo de enfermedades transmitidas por el aire y desalienta la fertilización. La coincidencia de alta temperatura y baja humedad relativa puede provocar la caída de flores y frutos recién emergidos, (Acosta, 2020; Guato, 2017; Reche, 2010).

Luminosidad

Reche, (2010), mencionó que el pimiento es una planta muy exigente en luz, sobre todo en las primeras etapas de reproducción; la exposición a la luz solar y colores irregulares es de mucha importancia. Por otro lado, demasiada sombra debido a demasiadas hojas también puede hacer que las flores se caigan, lo que afecta el rendimiento del cultivo.

Adaptabilidad de pimiento en Ecuador, en condiciones de invernadero

Según Guato (2017), en el país se cultivan cuatro especies de pimiento. Su alto aporte calórico, alto contenido de agua y fibra combinado con su sabor hacen del pimiento uno de los productos más importantes en la dieta ecuatoriana. Por lo tanto, hay una mayor necesidad en la agricultura y en los mercados.

Manejo del cultivo

Siembra

Después de 35 a 40 días, el semillero se trasplanta y se riega, Guato (2017), establece que, para una siembra exitosa, las plantas se deben dejar sin agua durante tres días antes del trasplante y se riegan abundantemente durante la siembra.

Tutorado

El cultivo de pimiento en condiciones de invernadero presenta un crecimiento muy acelerado y un fuerte desarrollo foliar, por lo que es necesario captar la máxima cantidad de radiación solar de las hojas y, por tanto, es necesario implementar un sistema de gestión para el mantenimiento de la planta

durante su ciclo de desarrollo, y, en este caso, el tutorado adquiere relevancia, (Acosta, 2020; Reche, 2010).

Poda

Acosta (2020), manifiesta que las podas consisten en eliminar semanalmente los chupones dejando uno o dos por mata y eliminando las hojas enfermas, de esta manera, el fruto se sujeta. Aunque disminuye el total producido, aumenta la aireación en las plantas, incrementa las posibilidades de golpe de sol, y facilita las otras labores.

La poda normal radica en dejar el tallo principal y uno o dos hijos de los que emergen en las axilas de las hojas de ese tallo. Las podas se llevan a cabo para delimitar el número de tallos con los que se desarrollará la planta (normalmente dos o tres); en casos en los que sea necesario, se realiza una limpieza de las hojas y brotes que se desenvuelven bajo la cruz que es donde el tallo bifurca los brazos de la planta, infoAgro (2011).

Aclareo de frutos

Normalmente es recomendable descartar el fruto que se forma en la primera “cruz” con el fin de obtener frutos de mayor calibre, similitud y precocidad, así como mayores rendimientos, infoAgro (2011).

En plantas con bajo vigor o endurecidas por el frío por una elevada salinidad o escenarios ambientales desfavorables en general, se producen frutos muy pequeños y de mala calidad que deben ser eliminados mediante aclareo, infoAgro (2011).

Riego

(Herrera, 2016), estableció la lámina necesaria para cada etapa del cultivo de pimiento; es así como, se demandan 34,13 mm/m² durante el crecimiento, 257,59 mm/m² durante floración, fructificación y maduración; y 110,50 mm/m² durante la época de cosecha en uno o dos riegos por semana dependiendo de las condiciones ambientales.

Para la producción de pimiento en invernadero, determinaron que esta hortaliza, según la estructura del suelo, demanda la aplicación de láminas de riego que fluctúe entre 400 a 450 mm. Los suelos arcillo-arenosos son idóneos de retener mayor humedad y por lo tanto requieren de una lámina menor que los suelos franco-arenosos, demandando así una lámina mayor de agua, Reche (2010).

Fertilización

El pimiento tiene un alto requerimiento en fósforo y nitrógeno en las primeras etapas de su cultivo, lo que reduce los requisitos de nitrógeno después de que se cosechan los primeros frutos verdes. A partir de la primera fertilización es importante tener en cuenta su dosis de nutrientes, ya que un exceso de estos puede retrasar la maduración del fruto en favor de un crecimiento excesivo, por lo que la planta puede romperse y soltar ramas. La necesidad de fósforo es muy importante en las primeras etapas de la floración, debido a que está involucrado en funciones importantes como la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y la transferencia de energía. El potasio es otro componente fundamental para la maduración temprana, el color y la calidad de los frutos. El magnesio también es otro nutriente importante para la maduración de los frutos, Acosta (2020).

En la tabla 2 se describen los requerimientos básicos de nutrientes necesarios para que el cultivo de pimiento bajo un invernadero se desarrolle adecuadamente.

Tabla 2

Kilogramos de nutrientes requeridos para el cultivo de pimiento bajo el invernadero.

Nutrientes	kg/ha
N	170
P_2O_5	50
K_2O	120
Ca	40
Mg	36
S	30

Nota. Autor: Chiriboga (2019).

Control de malezas

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2001), menciona que, durante el ciclo vegetativo del pimiento en condiciones de campo abierto como bajo invernadero, las malezas deben ser controladas mediante tres a cuatro deshierbas, utilizando herramientas manuales de labranza.

Las labores de deshierba deben ejecutarse con mucho cuidado para evitar causar deterioros al sistema radicular de las plantas.

Principales plagas y enfermedades

Existe una amplia diversidad de plagas y enfermedades que pueden afectar el cultivo de pimiento, de entre las cuales destacan tres, cuyos detalles se muestran a continuación.

Tabla 3

Principales plagas del pimiento

Nombre vulgar	Nombre científico	Daños en la planta
Mosca Blanca	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Los estados de ninfa y adulto se alimentan de la savia provocando el debilitamiento de la planta. Además, se asocia a la reducción del área fotosintéticamente por el desarrollo de un complejo de hongos denominado fumagina.
Pulgón	<i>Aphis spp</i>	Los estados ninfales y adultos ocasionan daños al tomar la savia elaborada, generalmente lo hacen en órganos jóvenes y tejidos tiernos en pleno crecimiento, debilitando a la planta.
Ácaros	<i>Tetranychus urticae</i>	Decoloración a causa de las picaduras, que acaban desecando la zona afectada.
Palomilla	<i>Tuta absoluta</i>	Esta plaga puede llegar a ocasionar pérdidas de hasta 100 % del rendimiento comercial. Los estados larvales son los responsables de ocasionar los daños, debido a

Nombre vulgar	Nombre científico	Daños en la planta
Minador de la hoja	<i>Liriomyza huidobrensis</i>	suhábito minador. Afectan hojas y tallos terminales, retardando el crecimiento de la planta. El estado larval es responsable del daño, minando junto a las nervaduras basales del limbo del folíolo. Las galerías son rectilíneas y se localizan próximas a la epidermis del envés de los folíolos.
Gusano del fruto	<i>Heliothis gelotopoeon</i>	Actúan como cogollero y defoliador. Las larvas presentes en los frutos verdes disminuyendo considerablemente la producción.
Nemátodos de la agalla	<i>Meloidogyne spp.</i>	Inducen la formación de agallas en la raíz, lo que dificulta la absorción de agua y nutrientes, afectando el crecimiento de la planta. Los nemátodos se transmiten por suelo contaminado, herramientas y plantas contaminadas.
Gusano trazador	<i>Peridroma saucia</i>	Es una plaga que provoca daños al consumir parte del follaje, brotes, botones florales y raíces.

Nota. Autor: La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2013).

Parámetros de calidad

infoAgro (2011), menciona que los frutos cosechados se lavan brevemente con agua dulce para eliminar el polvo o algunas impurezas adheridas a los frutos y luego se secan a temperatura ambiente antes de clasificarlos y empacarlos. Los pimientos se dividen en tres categorías:

- Primera: entre 15 y 18 cm de largo;
- Segunda: entre 15 y 12 cm de largo; y
- Tercera menos de 12 cm de largo.

La fruta de mercado popular se debe empacar en cajas de 8 a 10 kg y el fruto de supermercado se debe empacar en charolas de 4 a 6 kg de la mejor calidad.

Chiriboga (2019), afirmó que el pimiento puede durar entre 10 y 25 días en almacenamiento. Los pimientos rojos deben almacenarse a 9 o 10 °C con un 90 a 95% de humedad.

Cosecha

Chiriboga (2019), afirma que, dependiendo de la variedad, la cosecha comienza a los 80, 90 o 100 días después de la siembra o cuando los frutos han alcanzado de 12 a 18 cm.

Características de las variedades en estudio

Cida R

Cida R es un híbrido de plantas vigorosas, con frutos del tipo rectangular, ideal para el cultivo bajo cubierta, y sus frutos, de paredes lisas y gruesas, pueden llegar a pesar aproximadamente 280 a 320 gramos. Durante la maduración pasan de verde a amarillo brillante, son de buen formato y alta uniformidad. Además, las semillas son resistentes a la virosis (PVY, ToMV y PMMoV), Sakata (2020).

Biofertilizantes

Los biofertilizantes son productos que contienen microorganismos vivos o sustancias naturales que mejoran las propiedades químicas y biológicas del suelo, estimulan el crecimiento de las plantas y restauran la fertilidad del suelo, está atrayendo el interés de los productores y las industrias agroquímicas con el objetivo de mejorar la sostenibilidad de la producción de cultivos, debido a los impactos ecológicos asociados con el uso de fertilizantes inorgánicos sintéticos en la agricultura, Gharagozloo *et al.*, (2019).

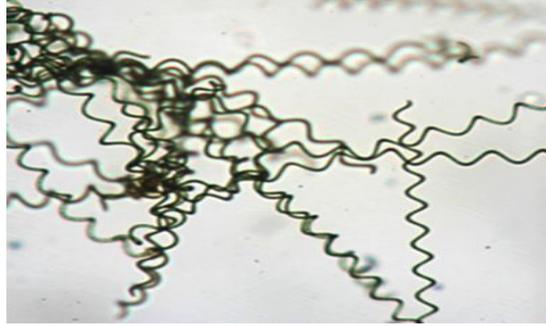
Los biofertilizantes son inoculantes microbianos o preparaciones a base de excipientes que contengan células latentes de cepas eficientes de fijación de nitrógeno, solubilización de fosfato y descomposición de celulosa, microorganismos destinados a la aplicación en semillas o en el suelo y diseñado para mejorar la fertilidad de este y el crecimiento de las plantas aumentando el número y la actividad biológica de microorganismos benéficos en el suelo, Sarkar & Yadav (2018).

Espirulina (Arthrospira platensis)

Descripción

Figura 1

Cianobacteria (Arthrospira platensis)



Nota. Autor: Vivanco (2021).

Es una cianobacteria “verde-azul”, procariota y capaz de realizar fotosíntesis. Es una de las principales especies de microalgas cultivadas y utilizadas comercialmente. Está formada de tricomas cilíndricos multicelulares con 1 a 12 μm de diámetro, donde se disponen de forma espiralada. Habita en diversos medios. A través de la fotosíntesis los nutrientes se convierten en materia y se libera oxígeno celular. Los nutrientes que necesita para su desarrollo es el agua y una fuente de carbono, nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y algunos oligoelementos, Hernández & Labbé (2014).

Dentro de su composición destacan los siguientes compuestos:

Tabla 4

Compuestos presentes en Espirulina

Compuesto	Cantidad
Proteínas	75%
Aminoácidos	65%
Lípidos	55%
Minerales	7%
Hidratos de carbono	20%
Humedad	3%

Nota. Autor: Ponce (2013).

La espirulina es capaz de producir biomasa que puede ser utilizada en diferentes sectores tales como: producción de combustibles, alimentos, alimentos para animales, productos farmacéuticos y cultivos, Gharagozloo *et al.*, (2019).

Efectos de la espirulina sobre los parámetros fisiológicos de las Plantas

En cuanto a la producción de cultivos, la espirulina contiene altos niveles de macronutrientes y micronutrientes esenciales para un crecimiento y desarrollo óptimo de los cultivos. Se ha identificado que la aplicación foliar de espirulina ha reportado varios efectos positivos, como aumentar en el rendimiento y en la calidad del cultivo Colinabo (*Brassica oleracea*), Morsy (2019); además de promover la absorción de nutrientes: nitrógeno, fósforo y potasio del suelo.

Del mismo modo, las moléculas producidas por *Arthrospira platensis* incluyen: fenoles, proteínas, vitaminas, aminoácidos y fitohormonas, que actúan en cooperación con la planta para proveer su crecimiento, Shedeed *et al.*, (2022), así como la espirulina juega un papel en las vías de señalización de la expresión génica para regular el metabolismo de las plantas. Además, mejora la microbiota de la rizosfera, favoreciendo al sistema radicular y la nutrición mineral, Faiz *et al.*, (2019).

Parámetros del cultivo microalgas

Las condiciones de cultivo deben corresponder al ambiente natural de microalgas y/o cianobacterias, conteniendo componentes como nitrógeno, fósforo, hierro y algunos oligoelementos. Los siguientes son los parámetros que permiten el crecimiento de las microalgas:

Nutrientes

Los nutrientes son compuestos formados por moléculas estrechamente relacionadas entre sí y necesarias para el metabolismo de los organismos vivos. Los nutrientes esenciales son el oxígeno, el agua y los minerales (nitrógeno, carbono, magnesio, hierro y zinc) requeridos por las microalgas y a través de la fotosíntesis incorporan la materia viva, Sandoval (2017).

Mediante el uso de extractos hidrolizados como glucosa, urea y melaza, ahora ha sido posible reducir el costo de producción de biomasa de espirulina y clorella. Porque estos extractos reemplazan nutrientes como carbono, nitrógeno, hierro, sodio y magnesio, Sandoval (2017).

Medio Zarrouk

Se han desarrollado diferentes medios para el cultivo de microalgas, partiendo de fórmulas de enriquecimiento de agua de mar natural y finalizando con el uso de medios artificiales. Los principales preparados para el cultivo de *Arthrospira platensis* fueron el medio Zarrouk y el medio proporcionado por Raouf (RM6) y DIC (Dainippon Ink & Chemicals Inc., Japón). Como medio de Zarrouk más utilizado a nivel internacional, gracias a la espiroqueta se produce un mayor crecimiento celular en fase estacionaria, alcanzando los 220.000 filamentos, y se mantiene en condiciones controladas de laboratorio, Aiba & Ogawa (1977).

Es el primer medio sintético desarrollado para el cultivo de *Borrelia obtuseum* y se utiliza como medio estándar. Definido por primera vez en 1966, trabajos anteriores han demostrado que algunos componentes de este medio se pueden diluir porque ciertos nutrientes son más altos.

Con este medio se ha demostrado que es posible alcanzar concentraciones de biomasa de 0,5 a $1,5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ en cultivos vegetativos mixtos en condiciones controladas de laboratorio, Muliterno *et al.*, (2005).

Tabla 5

Composición del Medio Zarrouk para un litro de solución

Sustancia	Concentración
NaHCO ₃	13.61 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
Na ₂ CO ₃	1.03 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
K ₂ HPO ₄	0.50 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
NaNO ₃	2.50 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$
K ₂ SO ₄	1.00 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

Sustancia	Concentración
NaCl	0.20 g. L ⁻¹
MgSO ₄ . 7H ₂ O	0.04 g. L ⁻¹
CaCl ₂ . 2H ₂ O	0,01 g. L ⁻¹
FeSO ₄ . 7H ₂ O	0.05 g. L ⁻¹
H ₃ BO ₃	2.86 g. L ⁻¹
MnCl ₂ . 4H ₂ O	1.18 g. L ⁻¹
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	0.22 g. L ⁻¹
NaMoO ₄ . 2H ₂ O	0.39 g. L ⁻¹
CUSO ₄ . 5H ₂ O	0.079 g. L ⁻¹
Co (NO ₃) ₂ . 6H ₂ O	0.049 g. L ⁻¹
VOSO ₄ . 5H ₂ O	0.0496 g. L ⁻¹
K ₂ Cr ₂ (SO ₄). 2H ₂ O	0.096 g. L ⁻¹
NiSO ₄ . 7H ₂ O	0.0478 g. L ⁻¹
Na ₂ WO ₄ . 2H ₂ O	0.0179 g. L ⁻¹
TiOSO ₄	0.033 g. L ⁻¹
Co (NO ₃) ₂ . 6HO	0.044 g. L ⁻¹

Nota. Autor Aiba & Ogawa (1977).

Bokashi

Descripción

La elaboración de los abonos orgánicos fermentados como el Bokashi se puede entender como un proceso de semi-descomposición aeróbica de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos que existen en los propios residuos orgánicos, que utiliza las poblaciones microbianas presentes en los propios residuos para producir sustancias parcialmente estables de descomposición lenta en condiciones controladas. , capaz de fertilizar las plantas mientras nutre el suelo, (Labarca *et al.*, 2018; Kadhim & Matloob, 2022).

Labarca *et al.*, (2018), menciona algunas de las ventajas del proceso de elaboración del Bokashi como un abono orgánico son:

- No se forman gases tóxicos ni brotan malos olores debido a los controles que se ejecutan en cada etapa del proceso de la fermentación, evitándose cualquier inicio de putrefacción.
- Dado que se controla cada paso del proceso de fermentación, no se producen gases tóxicos ni olores desagradables, evitando así la aparición de procesos de putrefacción.
- Facilita el procesamiento, almacenamiento, transporte y manejo de materiales para su elaboración (en lotes pequeños o grandes dependiendo de las condiciones económicas y necesidades del productor individual).
- Se pueden producir en la mayoría de los ambientes y climas donde se practica la agricultura.
- Los patógenos del suelo se autorregulan a través de inóculos biológicos naturales, principalmente bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras.
- Es posible utilizar el producto final en el cultivo en un tiempo relativamente corto y ha costos muy bajos.
- El crecimiento de las plantas es estimulado por varias hormonas vegetales naturales y reguladores de plantas activados por abonos fermentados.
- No requiere inversiones económicas muy grandes en obras de infraestructura rural.
- La variedad de materiales está disponible en los diferentes campos de trabajo, así como la creatividad de los agricultores, permiten cambiar la composición o recetas, haciéndolas más adecuadas a cada actividad agrícola y condiciones rurales.

Componentes utilizados para la elaboración del Bokashi

Los componentes y su composición son aspectos críticos de la elaboración, debido a que determinarán la tasa de degradación o mineralización controlada por la actividad microbiana y la subsiguiente disponibilidad de nutrientes. Los principales componentes de los sustratos orgánicos son la celulosa, la hemicelulosa, la lignina, los azúcares y los compuestos nitrogenados, que tienen diferentes

velocidades de descomposición en función de su composición estructural y de su facilidad de ataque por parte de los microorganismos, Ramos & Terry (2014).

No existe una receta exclusiva o fórmula única para la elaboración del Bokashi, la composición de este abono se ajustará a las condiciones y materiales existentes en las comunidades, pudiéndose utilizar los siguientes:

Suelo. Este es el ingrediente indispensable en la formulación de este abono orgánico, provee de microorganismos necesarios para la transformación de los desechos.

Gallinaza y estiércol de ganado. Son la principal fuente de nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micro nutrimentos.

Ceniza. Aporta una buena cantidad de potasio, que se puede obtener de un horno casero o estufa de leña.

Cal viva. Se produce de la transformación química del carbonato de calcio (piedra caliza – CaCO_3) en óxido de calcio. Utilizada como aditivo para neutralizar la acidez de los abonos y materias verdes, es fuente de calcio.

Melaza. Actúa como fuente de energía para los microorganismos que descomponen la materia orgánica. Además, también aporta ciertas cantidades de nutrientes como el boro y el calcio.

Residuos vegetales. Son una rica fuente de nutrientes para los microorganismos.

Suero o ácido láctico. Este es un derivado de la leche y es un poderoso antiséptico e inhibe los microorganismos nocivos. Además, tiene propiedades hormonales y fungicidas y es un buen descomponedor de materia orgánica.

Levaduras. produce sustancias biológicamente activas como hormonas y enzimas que promueven la división celular y el crecimiento de las raíces.

Carbón triturado. Ayuda a mejorar las propiedades físicas de los abonos orgánicos como la aireación, la absorción de calor y la absorción de humedad. Actúa como una esponja, almacenando, filtrando y liberando gradualmente los nutrientes.

Agua. Favorece las condiciones óptimas para la actividad y reproducción de los microorganismos durante la fermentación. Demasiada humedad, al igual que la falta de humedad, puede interferir con el abono de buena calidad.

Tabla 6

Contenido de nutrientes en diferentes tipos de Bokashi

Tipo de bokashi	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	B
	(%)					(mg.kg-1)				
2	1,60	0,40	2,20	1,00	0,70	15175	32	500	108	ND
32	1,18	0,70	0,50	2,05	0,21	2304	19	506	61	18
41	2,18	0,83	0,60	2,41	0,56	3,57*	71	963	117	ND
42	2,00	0,19	5,30	0,54	0,15	643	5,70	747	16,8	ND

Nota. *Valor expresado en porcentaje, ND: no determinado. Autor: Ramos & Terry (2014).

Hay otras materias primas que se pueden utilizar para hacer estos abonos orgánicos porque contienen una gran cantidad de azúcar, agua, fuente de carbono y tamaño de partícula suficiente además del alto contenido de nitrógeno. Estos incluyen pulpa de café, cachaza y subproductos del proceso de producción de azúcar, así como desechos de bananos y tallos de flores desechados, que tienen un alto contenido de potasio, Ramos & Terry (2014).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del lugar de la investigación

Ubicación política

El presente estudio se realizó en el predio de propiedad de Luis Quinga beneficiario del proyecto de Misión Social Rumiñahui, limitado por la Hacienda el Prado en la parroquia de San Fernando, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha.

Figura 2

Ubicación del predio de estudio

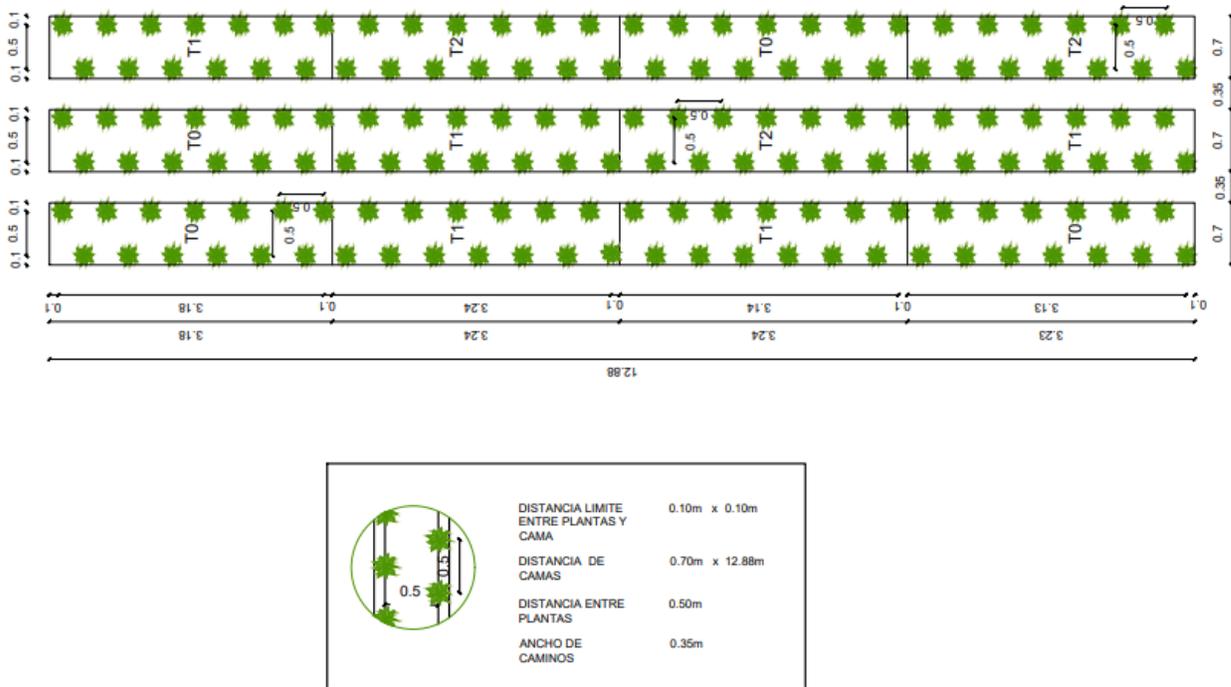


Nota. Autor: Google earth (2022)

Donde se contará con un invernadero con un total de 3 camas, cada cama tendrá dimensiones de 0,70 metro de ancho y 12,88 metros de largo para el estudio, a partir de esto, se procedió a dividir en 4 unidades experimentales por cada cama figura 3. Además, cada unidad experimental estará conformada por dos hileras y se tendrán un total de 26 plantas.

Figura 3

Medidas de la siembra en las parcelas



Nota. Autoría propia.

Ubicación geográfica

El predio donde se realizó el ensayo se encuentra en las coordenadas geográficas: Longitud 78° 24'59''W, Latitud 0°22'33''S y 2683 m.s.n.m de altitud.

Ubicación ecológica

El predio de ensayo se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano, presenta una temperatura promedio anual de 13,89°C, una precipitación de 1285 mm/año, y humedad relativa promedio de 69,03%, Estación de Meteorología e Hidrología (2016).

Condición del invernadero con una temperatura mínima: 10 °C y máxima: 27 °C.

Materiales y Equipos

Material biológico

Plántulas de pimienta variedad Cida R

Materiales de campo

Se utilizó 3 fundas de cementina (10 Lb por unidad); 2 quintales de estiércol de conejos y cuy; manguera; balde; azadones; rastrillos; piola; cinta métrica; estacas; bomba de mochila; letreros de identificación; esferográfico y libreta de apuntes.

Materiales y equipos

Se requirieron una computadora; impresiones; memoria USB; calculadora; GPS; cámara digital; balanza analítica y calibrador digital.

Manejo del ensayo

Labores pre-culturales

Primero se realizó la remoción y preparación de las tres camas con: tierra del sitio, tres fundas de cementina y dos quintales de estiércol de conejo y cuy. Luego, se realizó la nivelación de las camas rectangulares delimitadas por cercos de madera de forma manual con azadones y rastrillos. Luego, se procedió a la delimitación de las tres parcelas con ayuda de piolas y estacas. Estableciendo los tres tratamientos cada uno con cuatro repeticiones, con un total de 12 unidades experimentales.

Labores culturales

Se sembraron 156 plántulas de pimiento variedad Cida R, de 45 días de germinación. Luego, se efectuó el trasplante de las plántulas a una distancia de 0,50 metros entre plantas e hileras, a una siembra de tres bolillos. El control de malezas se realizó una vez por semana. También se ejecutó una poda quincenal, eliminando hojas viejas y estolones. Del mismo modo, se llevó a cabo el tutorado con una piola plástica cuando las plantas llegaron a necesitar el ser sostenidas.

Se empleó una vez a la semana una infusión de ajo, ají y agua (10 g, 10 g y 1 L, respectivamente) para prevenir el gusano verde (*Spodoptera exigua*). Así mismo, el riego se aplicó cada dos días.

Se cosechó el fruto a los 159 días después del trasplante con un diámetro de 8 a 9 cm y una longitud de 15 a 16 cm, cuando los frutos aún se encontraban de color verde, presentando

características firmes y crujientes al apretarlas levemente. Finalmente, se procedió a dejarlas en un sitio fresco, a fin de observar el cambio de color verde a amarillo, entre el día 7 a 12 después de la cosecha.

Cultivo de espirulina (*Arthrospira platensis*)

El presente cultivo de espirulina se realizó en base a la cepa purificada de la microalga *Arthrospira platensis*, que fueron obtenidas y masificadas en el laboratorio de Acuicultura de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I y en el barrio San Fernando, de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, parroquia San Fernando, Cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha.

La muestra de la cepa de *Arthrospira platensis* (AP) se cultivó en botellones de agua de 6 litros. Para su cultivo se utilizó una solución nutritiva (SN) que contenía 10 g.L^{-1} de carbonato de sodio (NaCO_3), 5 g.L^{-1} de sal sin yodo (NaCl), 1 g.L^{-1} de fertilizante inorgánico foliar (Kristalon 12 – 12 – 36). Además, se modificó el pH del medio con la adición de $0,02 \text{ g.L}^{-1}$ de carbonato de calcio (CaCO_3). Una vez cultivado para medir la concentración filamentosa se midió la absorbancia del cultivo una vez por semana, para determinar la densidad óptica se utilizó un espectrofotómetro UV (GENESYSTEM 10S), para lo cual se agitó el cultivo en fase de crecimiento y se tomó en un tubo de ensayo 1 ml de inóculo y se colocó en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 670 nm. Finalmente, se colocará el contenido en recipientes con mayor aforo para masificar la espirulina (3:1 - SN: AP), Vivanco (2021).

Dentro de las consideraciones para el cultivo de *Arthrospira platensis* se debe mantener una temperatura oscilante entre 21-24 °C, una salinidad del 5-6 % y un pH de 9,4 a 10,4. Adicionalmente es indispensable la presencia de Carbonato de Sodio (Na_2CO_3), Fernández *et al.*, (2019).

Elaboración del biofertilizante foliar a base de Espirulina (*Arthrospira platensis*)

Una vez que el cultivo de *Arthrospira platensis* tuvo una densidad de filamentos entre $7,5 \times 10^5$ – 8×10^5 filamentos por mililitro se retiró la iluminación y la oxigenación, luego se colocó el cultivo en un congelador durante 24 horas para desactivar la cepa. Finalmente, se aplicó en una relación (1:3); un litro

de espirulina desactiva y tres litros de agua. Colocando aproximadamente 4,7 ml de espirulina por planta durante todo el tiempo de estudio.

Elaboración de bokashi

Los materiales descritos en la tabla 8, fueron utilizados para la producción de bokashi, cuyo abono orgánico fue elaborado en conjunto con el beneficiario y técnicos de Misión Social de Rumiñahui.

En base al estudio realizado por Moran (2010), se aplicó la cantidad de 100 g de bokashi al trasplante en el hoyo, otro de tierra (para proteger la raíz) y por último la planta. Luego, se realizó una segunda aplicación a los 30 días, mediante un abonado lateral.

La tabla 8 a continuación detalla los materiales disponibles para la elaboración de un quintal de bokashi, cuya fermentación fue de tres semanas.

Tabla 7

Ingredientes para la elaboración de Bokashi

Material/Actividad	Cantidad
Suero	2 litros
Chicha madura	2 litros
Ceniza	10 libras
Cascarilla	½ quintal
Melaza	1 galón
Estiércol de varios animales	1 Quintal
Levadura	100 gramos
Plástico	
Elaboración y volteo	½ Jornal

Nota. Autoría propia.

Diseño experimental

El proyecto estuvo dispuesto bajo un diseño completamente al azar (DCA), se colocaron 156 plantas de pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cida R, formado por dos tratamientos más un

testigo mencionado en la tabla 9. Además, cada tratamiento consta con 4 repeticiones donde cada repetición tiene un total de 13 plantas, mediante el siguiente modelo matemático:

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

Donde:

Y_{ij} = Productividad de la especie de pimiento

μ = media general

T_i = efecto del i-ésimo Tratamiento

ϵ_{ij} = error experimental.

Tabla 8

Caracterización de cada tratamiento

Tratamiento	Descripción	Código	Aplicación	Tiempo de aplicación
0	Testigo	T0	-----	Cuidados de agricultor.
1	Bokashi	T1	100 g. planta ⁻¹	Al trasplante y a los 30 días de forma lateral.
2	Espirulina	T2	1 L de espirulina: 3L de agua	Cada 15 días desde el trasplante.

Nota. Autoría propia.

Variables por evaluar

Porcentaje de prendimiento (PP)

Se contabilizo el número de plantas prendidas a los 5 días después del trasplante, considerando que el ciento por ciento es el número total de las plantas trasplantadas y se expresó en porcentaje del total por cada tratamiento, se aplicó la siguiente formula:

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

Se considerará una planta prendida cuando este vigorosa y no presente marchites.

Altura de la planta en cm. (AP)

Para la medición de esta variable se utilizó un flexómetro y se expresó en cm, la altura de las plantas se la obtuvo midiendo desde el suelo hasta el ápice de la planta cada 14 días, cuyos valores fueron registrados en un cuaderno de campo de cada una de las variables.

Diámetro del tallo en cm. (DT)

Se midió el diámetro del tallo de las plantas cada 14 días con un calibrador digital y se expresó en cm.

Días de floración (DF)

Se contó el número de días transcurridos desde el trasplante hasta cuando el 51% de las plantas presentaron flores en cada uno de los tratamientos, cada 14 días.

Número de frutos por planta cuajados (NFP)

Se realizó mediante el conteo directo en cada uno de los tratamientos, cada 14 días.

Número de frutos por planta cosechados (NFPC)

Se realizó mediante el conteo directo en cada uno de los tratamientos al momento de la cosecha, a los 159 días después del trasplante.

Peso de los frutos por planta en g. (PFP)

Se pesaron los frutos cosechados de cada planta con la ayuda de una balanza de digital y se expresó en gramos(g), a los 159 días después del trasplante.

Longitud del fruto en cm. (LF)

Se midió la longitud de los frutos cosechados de cada planta desde la base del fruto hasta el ápice de cada fruto con la ayuda de un flexómetro y se expresó en cm, a los 159 días después del trasplante.

Diámetro del fruto en cm. (DF)

Se midió el diámetro de los frutos cosechados de cada planta con la ayuda de un calibrador digital y se expresó en cm, a los 159 días después del trasplante.

Rendimiento en kg/ha. (R)

Esta variable se la obtuvo gracias a los datos del número de fruto y peso promedio, en base a la primer cosecha, se transformaron los datos a kilogramos para la relación a una hectárea.

Análisis estadístico

Las variables de estudio se caracterizaron mediante estadística descriptiva (promedio y desviación estándar).

Para evaluar el efecto de cada uno de los tratamientos en la productividad del pimiento se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Después se utilizó una prueba de comparación de medias de Tukey para la altura, diámetro, cantidad de frutos para ver la diferencia entre tratamientos.

Se verificó el supuesto del análisis de varianza de homocedasticidad, lo cual se lo realizó a través del contraste de Breusch – Pagan. El contraste considera como hipótesis nula la no existencia de heterocedasticidad y como alterna la ausencia de esta condición. En caso de encontrarse la presencia de heterocedasticidad, se contempló la aplicación de los errores estándar robustos de Huber – Eicker – White.

Se obtuvo también la ecuación de la altura de la planta en función a su diámetro mediante un modelo de regresión lineal. La especificación de la regresión mencionada es la siguiente:

$$A_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 D_i + E_i$$

Donde:

$A_i = \text{Altura};$

$\hat{\beta}_j = \text{Estimadores};$

$D_i = \text{Diámetro};$

$E_i = \text{Error de estimación.}$

Todas las pruebas estadísticas se trabajaron con un nivel de significancia del 5%. Todos los análisis fueron realizados en el software estadístico Rstudio.

A partir del análisis de regresión anteriormente mencionado, se analizó el ajuste de la regresión a través del análisis de un estadígrafo de dispersión y del coeficiente de Correlación.

Análisis de presupuesto parcial

Se realizará un análisis de presupuesto parcial por Perrin *et al.*, (1998). Su finalidad, es identificar el tratamiento con la mayor tasa de retorno marginal. Para lo cual se identificaron los costos variables como son las plántulas y los insumos utilizados en la preparación del biofertilizante a base de espirulina. El beneficio bruto se obtuvo del producto entre el costo de unidad de pimiento Cida R orgánico y las unidades cosechadas de cada tratamiento. El beneficio neto se estimó restando los costos variables del beneficio bruto a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio neto} = \text{Beneficio bruto} - \text{Costos variables}$$

CAPÍTULO IV

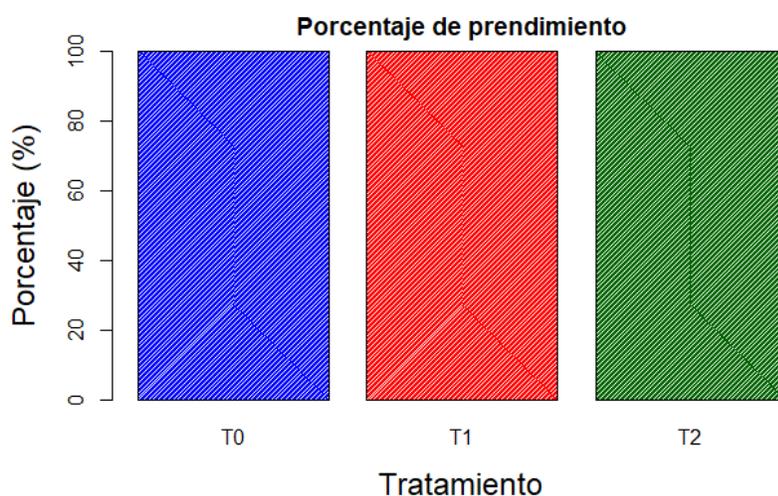
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de prendimiento

El porcentaje de prendimiento en el cultivo de pimiento fue del 100% para todos los tratamientos, como se detalla en la figura 4.

Figura 4

Porcentaje de prendimiento de las plantas de pimiento



Nota. Autoría propia.

Cayambe (2011), indica que un porcentaje ideal de prendimiento en las hortalizas debe ser superior al 90%, lo que concuerda con los resultados del presente estudio, evidenciándose que con la aplicación de bokashi (T1) y espirulina (T2) no llegó a afectar en el prendimiento del cultivo.

Análisis de las variables agronómicas de la planta

En la tabla 9, se muestra el comportamiento de las variables: altura, diámetro, floración y frutos cuajados de la planta, en ella se refleja que los tratamientos en los cuales se aplicó espirulina mostraron diferencias significativas, en comparación con los tratamientos (1 y 0) que corresponden con la aplicación de bokashi y testigo respectivamente.

Tabla 9*Medias ± desviación estándar de las variables agronómicas a los 154 DDT*

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (cm)	# Flores/planta	#Frutos cuajados/planta	
T2	25,76 ± 19,13 A	0,78 ± 0,58 a	1,18 ± 1,93 a	1,01 ± 2,33	a
T1	24,07 ± 17,97 B	0,73 ± 0,54 b	0,90 ± 1,47 b	0,67 ± 1,73	b
T0	23,31 ± 17,43 B	0,71 ± 0,53 b	0,75 ± 1,33 b	0,66 ± 1,53	b

Nota. Medias en la misma columna con letra común, no difieren estadísticamente (Tukey, $p \geq 0.05$).

En estos resultados se pudo apreciar que, con la aplicación de espirulina para la altura, diámetro, número de flores y frutos cuajados por planta, se evidenció su efecto estimulante y de mejora en las cualidades de la planta, Vivanco (2021).

La cantidad de fósforo en el suelo, fue mayor para el tratamiento con espirulina con un valor de 310,1 mg/kg, mientras que con bokashi y el testigo fue menor. Se observó el apareamiento de la etapa de floración más temprana con espirulina, concordando con que la disponibilidad de fósforo en el suelo ayuda en la aparición de las primeras flores en el cultivo de pimiento, Reche (2010).

Correlación entre altura y diámetro

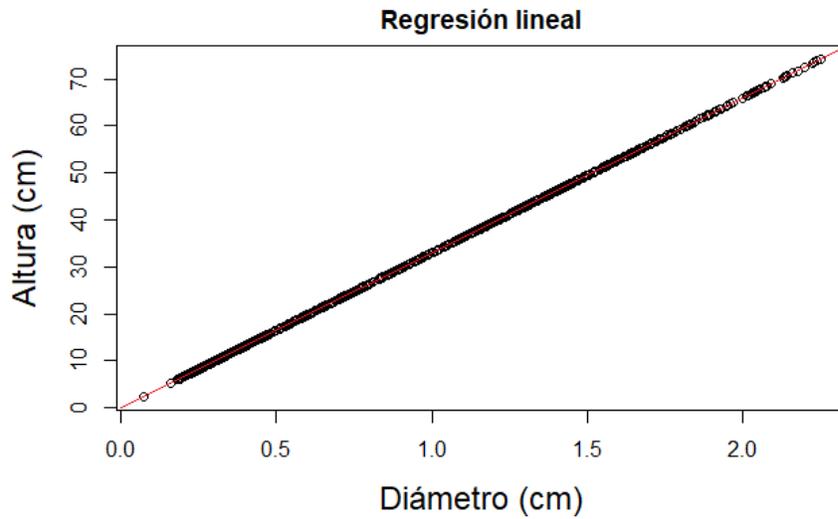
En la figura 5, se aprecia la correspondencia existente entre la altura y el diámetro de las plantas que es directamente proporcional, lo cual se evidencia al encontrarse que la pendiente de la recta de regresión es positiva, indicando que por cada cm que se incrementa en el diámetro de la especie, su altura aumentará en 3,30 cm, en base a todos los tratamientos.

Modelo matemático:

$$A_i = (3,30) D_i - 1,290 \times 10^{-13}$$

Figura 5

Relación altura y diámetro en cm de las plantas a los 154 días después del trasplante



Nota. Autoría propia.

Componentes del rendimiento de la planta

En la tabla 10, se muestra los resultados de los componentes del rendimiento de la planta: número de frutos, peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto y rendimiento, donde se observa que no existe diferencias significativas, entre los tratamientos y el testigo.

Tabla 10

Medias ± desviación estándar de los variables de cosecha de la planta a los 159 DDT

Tratamiento	# Frutos cosechados	Peso del fruto (g)	Longitud del fruto (cm)	Diámetro del fruto (cm)	Rendimiento (Kg/ha)
T2	10 ± 5,09	199,36 ± 46,89	16,11 ± 5,25	9,15 ± 2,08	7267,16 ± 427,33
T1	5,75 ± 2,45	205,96 ± 41,49	15,63 ± 1,09	8,47 ± 1,13	7507,38 ± 251,19
T0	7,75 ± 3,74	182,56 ± 72,13	16,11 ± 3,36	8,92 ± 3,56	6654,64 ± 664,29

Nota. Medias en la misma columna con letra común, no difieren estadísticamente (Tukey, $p \geq 0.05$).

Según Mundo Huerta (2019), existe mucha variación en los pesos de los pimientos, que pueden ir desde los 5 gramos hasta los 350 gramos. Los pimientos para el mercado tienen un peso entre 100 y 250 gramos; todos los tratamientos presentaron pesos que están dentro de estos rangos. Sin embargo, para la variedad de pimiento de este estudio, Sakata (2020), menciona que debe alcanzar un peso promedio de 280 g por fruto, pero se obtuvo pesos menores, esto pudo deberse a que es una variedad nueva y se está experimentando su adaptación y rendimiento en el sector de la experimentación.

Cabalceta & Monge (2017), menciona que la longitud del fruto comercial es 7,78 – 13,14 cm, los tres tratamientos evaluados sobrepasan el rango mencionado anteriormente. Por otra parte, los pimientos obtenidos de los tres tratamientos se encuentran en primera categoría del mercado según la clasificación de infoAgro (2011), cuyos valores de longitud están entre 15 y 18 cm.

Respecto al diámetro del fruto los tres tratamientos se encuentran sobre el rango comercial que menciona Cabalceta & Monge (2017), oscila entre 6,85 – 9,28 cm.

Diaz (1995) menciona que el rendimiento medio en la producción de pimiento bajo invernadero es de 5000 kilogramos por hectárea. En la presente investigación se obtuvieron valores superiores en los tres tratamientos, lo cual supera a los resultados obtenidos.

Análisis de presupuesto parcial para un hectárea

La producción de pimiento variedad Cida R se consideró como costos variables el costo de producción de espirulina (*Arthrospira platensis*) y cada una de las dosis aplicadas, además de la mano de obra que se necesitó para la producción de cada tratamiento. Realizando el método de presupuesto parcial propuesto por Perrin *et al.*, (1988) se encontró el mayor beneficio bruto en el tratamiento T2 (espirulina). Este material se cotizó a \$ 2,90 el kg cuyo precio fue igual para los tres tratamientos (tabla 11).

Tabla 11

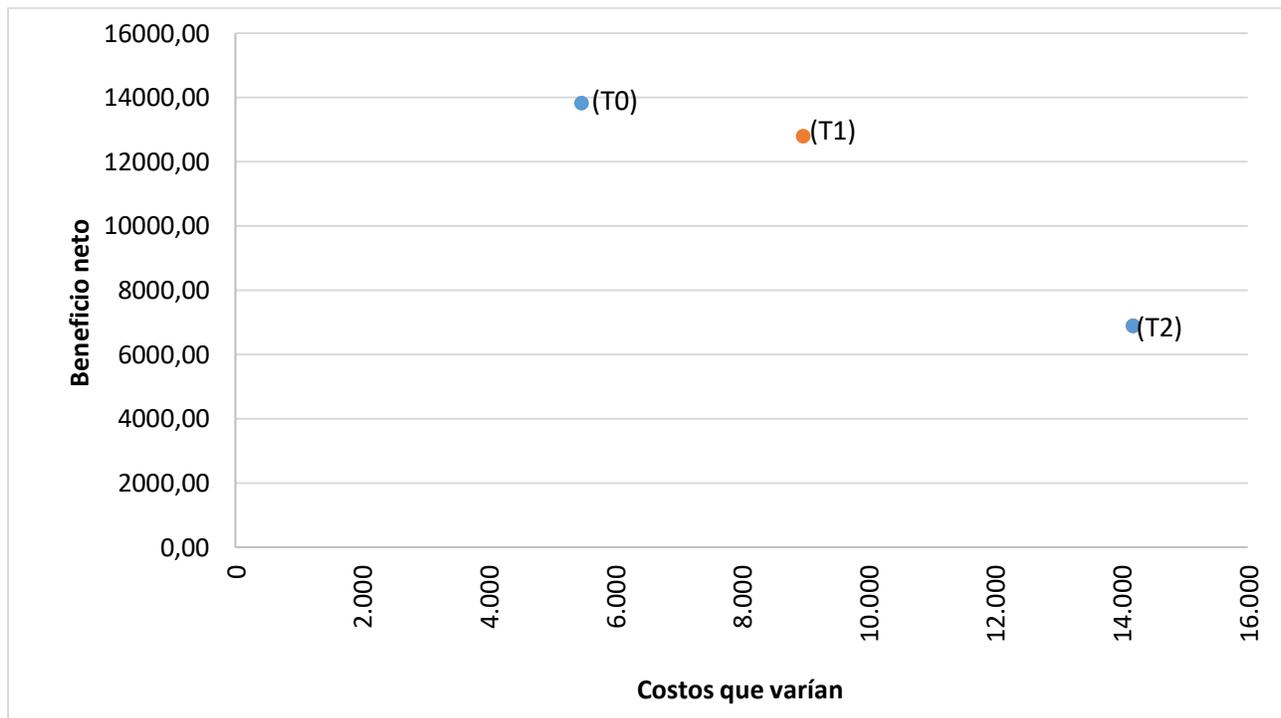
Análisis presupuesto parcial para un hectárea

Tratamiento	Tratamiento	Costo plantación	Total, de costos varían	Beneficio bruto(\$/ha)	Beneficio neto(\$/ha)
0	Testigo	7,80	5.470,23	19298,45	13828,22
1	Bokashi	12,80	8.976,79	21771,39	12794,60
2	Espirulina	20,17	14.184,34	21074,75	6890,42

Nota. Autoría propia.

Figura 6

Relación entre los costos que varían y el beneficio neto



Nota. Autoría propia.

Se debe mencionar que al tener una floración más temprana con el tratamiento de espirulina se evidenció que la producción hacia el final del cultivo sea mayor que en el resto de los tratamientos ya

que presentan una mayor cantidad de frutos cuajados frente a los otros tratamientos, lo cual no se pudo realizar, debido a la limitación del tiempo para presentar la investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El biofertilizante a base de espirulina (T2) fue más eficaz frente al tratamiento bokashi (T1), debido a que se obtuvo los mejores resultados en cuanto al crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de pimiento variedad Cida R, bajo condiciones de invernadero.
- Para que el sistema de manejo orgánico es adecuado en el cultivo de pimiento variedad Cida R la aplicación de un pesticida orgánico a base de ajo, ají y agua, a fin de prevenir de forma natural el ataque de plagas.
- En las variables agronómicas se concluye que el biofertilizante de espirulina fue más eficiente en comparación con el biofertilizante bokashi y el testigo (con medias de: 25,76 cm de alto, 0,78 cm de diámetro, 1,18 flores y 1,01 frutos cuajados).
- En las variables de rendimiento se concluye que el biofertilizante de espirulina y bokashi presentaron mejores características; para la espirulina donde se concluyó en la primera cosecha un promedio de 10 frutos; 16,11 cm de longitud del fruto y 9,15 cm de diámetro del fruto; seguido del tratamiento bokashi presentando mejores características para las variables de peso con un promedio 205,96 g y con un rendimiento de 7507,38 kg/ha.
- De los tratamientos empleados, el tratamiento de testigo obtuvo el mayor beneficio neto con \$13828,22 dólares/ha, seguido de los tratamientos de bokashi y espirulina con valores de \$12794,60 dólares/ha y \$6890,42 dólares/ha, respectivamente en base a la primera cosecha.

Recomendaciones

- Considerando en el desarrollo del cultivo de pimiento durante su etapa de floración se recomienda el uso de la espirulina, aunque sus costos son ligeramente mayores con respecto al testigo.

- Buscar mejores alternativas de elaboración de espirulina con la finalidad de buscar más alternativas de producción masiva.
- Realizar estudios sobre la lámina de riego adecuada para la variedad Cida R con el propósito de optimizar y obtener un mejor manejo del cultivo.
- Se recomienda continuar con la toma de datos en el cultivo ya establecido, con la finalidad de poder analizar el costo beneficio real del cultivo durante todo el ciclo de producción.
- Evaluar la adaptabilidad de la variedad Cida R en otras zonas hortícolas de la provincia.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2020). *Estudio comparativo de calcio y magnesio en tres híbridos de pimiento (Capsicum annuum) en el Cantón Milagro*. [Trabajo de titulación, Universidad Agraria del Ecuador].
<https://doi.org/https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ACOSTA REINOSO BRYAN ALCI.pdf>
- Aiba, S., & Ogawa, T. (1977). Assessment of growth yield of a blue-green alga, *Spirulina platensis*, in axenic and continuous culture. *Journal of General Microbiology*, 102(1), 179–182.
<https://doi.org/10.1099/00221287-102-1-179>
- Cabalceta, E., & Monge, J. (2017). Caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento (*Capsicum Annuum*) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.]. In *InterSedes* (Vol. 18, Issue 37).
<https://doi.org/10.15517/isucr.v18i37.28652>
- Cayambe, D. (2011). *Evaluación de la aclimatación y rendimiento de 14 cultivares de brócoli (Brassica oleracea L. Var Itálica.), a campo abierto, en Macaji, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. [Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1360>
- Chiriboga, J. (2019). *Adaptación y rendimiento de ocho variedades de pimiento (Capsicum annuum L.) en invernadero, cantón Riobamba, provincia Chimborazo* [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<https://doi.org/http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10735>
- Christel, D. M. (2017). The use of bokashi as a soil fertility amendment in organic spinach cultivation [Vermont]. In *Graduate College Dissertations and Theses* (Vol. 678).
<https://eudl.eu/pdf/10.4108/eai.18-10-2018.2287296#:~:text=Bokashi could provides nutrients for,repai red soil structure and porosity.>
- Díaz. (1995). *El cultivo de pimiento*. (24 de enero de 2023).

<http://es.scribd.com/doc/29399979/Manual-Pimenton>

Estación de Meteorología e Hidrología. (2016). *Estación de Meteorología e Hidrología – Hacienda El Prado*. <https://www.inamhi.gob.ec/areas-direccion-de-la-informacion-hidrometeorologica/>

Faiz, A., Uddin, J., & Wasayatun, E. (2019). Foliar application of Spirulina and Oscillatoria on growth and yield of okra as bio-fertilizer. *BiNET*, 22(02), 1840–1844. <https://doi.org/https://doi.org/10.18801/jbar.220219.227>

Fernández, A., Alvítez, E., & Rodríguez, E. (2019). Taxonomía e importancia de “spirulina” *Arthrospira jenniferi* (Cyanophyceae: Oscillatoriaceae). *Arnaldoa*, 26(3), 14. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26316>

Gharagozloo, P. E., Drewry, J. L., Collins, A. M., Dempster, T. A., Choi, C. Y., James, S. C., Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E., & Tava, A. (2019). Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. *Agronomy*, 9(4), 1–22. <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/4/192>

Godlewska, K., Michalak, I., Pacyga, P., Baśladyńska, S., & Chojnacka, K. (2019). Potential applications of cyanobacteria: *Spirulina platensis* filtrates and homogenates in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 35(6), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11274-019-2653-6>

Guato, M. (2017). *Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento (Capsicum annum L.) A las condiciones agroclimáticas de la Comunidad la clementina, parroquia Pelileo, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua*. [Proyecto de Investigación, Universidad Técnica de Ambato]. [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24996/1/Tesis-147 Ingeniería Agronómica -CD 459.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24996/1/Tesis-147%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20CD%20459.pdf)

Hamouda, R. A., Shehawy, M. A., Mohy El Din, S. M., Albalwe, F. M., Albalawi, H. M. R., & Hussein, M. H. (2022). Protective role of *Spirulina platensis* liquid extract against salinity stress effects on *Triticum aestivum* L. *Green Processing and Synthesis*, 11(1), 648–658.

<https://doi.org/10.1515/gps-2022-0065>

Herrera, L. (2016). *Incidencia en la producción del cultivo de pimiento con aplicación de diferentes láminas de riego por goteo en la zona de Quinsaloma 2015*. [Proyecto de Investigación, Universidad Técnica Estatal de Quevedo].

<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/1936/1/T-UTEQ-0013.pdf>

INEC. (2021). *Instituto Nacional Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC)*. (03 de marzo de 2022).

<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

infoAgro. (2011). *El cultivo del pimiento*. (24 de enero de 2023).

<https://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento2.htm>

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2001). *El cultivo de pimiento en el valle de Chancay - Huaral*. <http://www.fao.org/3/at788s/at788s.pdf>

Kadhim, W., & Matloob, A. (2022). *Evaluation the efficiency of the Bokashi biofertilizer and some biological factors in control of fig root rot disease*. 65(1), 5085–5096. <https://www.e-afr.org/login/pdf/5085.pdf>

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). Los biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana. In *FAO*. <http://www.fao.org/3/a-i3360s.pdf>

Labarca, R., González, L., Gonzáles, O., & Jiménez, M. (2018). Caracterización del abono Bocashi y su aplicación en el cultivo de pimentón (*Capsicum annum*, L), en el estado Falcón. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria de Ciencias de La Educación, Turismo, Ciencias Sociales y Económica, Ciencias Del Agro y Mar y Ciencias Exactas y Aplicadas.*, II(15), 1–19. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7441210><https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7062706>

Mala, R., Ruby Celsia, A. S., Mahalakshmi, R., & Rajeswari, S. (2017). Agronomic Biofortification of

- Amaranthus dubius with Macro Nutrients and Vitamin A. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 225(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/225/1/012214>
- Moran, F. (2010). *Abono orgánico Bokashi en el crecimiento del cultivo de pimiento (Capsicum annun L.), bajo condiciones de riego*. [Tesis de Pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/469/1/ECU-AGROP-2010-17.pdf>
- Morsy, N. (2019). *Productivity and Quality of Kohlrabi Grown in a Newly Reclaimed Sandy Soil Using Organic and Mineral-N Fertilizer regimes with or without Spraying of Spirulina platensis Extract*. *August*, 3–4. <https://doi.org/10.21608/ejoh.2019.12503.1105>
- Muliterno, A., Mosele, P. C., Costa, J. A. V., Hemkemeier, M., Bertolin, T. E., & Colla, L. M. (2005). Cultivo mixotrófico da microalga Spirulina platensis em batelada alimentada. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(6), 1132–1138. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542005000600005>
- Mundo Huerta. (2019). *Número de pimientos por planta*. (03 de marzo de 2015). <https://www.mundohuerto.com/cultivos/pimiento/cuantos-da-una-planta>
- Perrin, R., Winkelmann, D., & Moscardi, E. (1998). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica*. <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Ponce, E. (2013). *Superalimento para un mundo en crisis: Spirulina a bajo costo Superfood for a world in crisis : Spirulina at low cost*. 31, 135–140. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292013000100016
- Ramos, D., & Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52–59. <http://ediciones.inca.edu.cu>
- Reche, J. (2010). Cultivo del pimiento dulce en invernadero. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). Junta de Andalucía - Consejería de Agricultura y pesca.

- http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo_Pimiento_Invernadero.pdf
- Sakata. (2020). *Pimiento/ pimentón*. (05 de marzo de 2018). <https://www.sakata.com.br/es/hortalizas/solanaceas/pimiento-pimenton/rectangular-amarillo/cida-r>
- Sandoval, D. (2017). *Evaluación del crecimiento de Spirulina (Arthrospira platensis) mediante alternativas de fertilización orgánico e inorgánico y su masificación en condiciones de campo en la Hda. El Prado*. [Tesis de titulación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15869/1/T-IASA%0AI-005473.pdf>
- Sarkar, S., & Yadav, K. K. (2018). Biofertilizers, Impact on Soil Fertility and Crop Productivity under Sustainable Agriculture. *Environment and Ecology*, 37(1), 89–93. <https://www.researchgate.net/publication/329238918>
- Shedeed, Z. A., Gheda, S., Elsanadily, S., Alharbi, K., & Osman, M. E. H. (2022). Spirulina platensis Biofertilization for Enhancing Growth , Photosynthetic Capacity and Yield of Lupinus luteus. *Agriculture*, 12, 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agriculture12060781> Academic
- Solis, K. (2020). *Aplicación de dos bioestimulantes agrícolas en el comportamiento agronómico del pimiento (Capsicum annum L.) en el Recinto El Deseo, Guayas*. [Tesis de titulación, Universidad Agraria del Ecuador.]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SOLIS_SALINAS_KEVIN_OSMAR_compressed.pdf

