



**Evaluación del efecto de bokashi y espirulina en pimiento (*Capsicum annum*)
variedad híbrido Cortés en el cantón Rumiñahui, Ecuador**

Cofre Mejía, Michael Jhosué

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Urbano Salazar, Ruth Elizabeth PhD.

22 de febrero de 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Certificación:

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Evaluación del efecto de bokashi y espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cortés en el cantón Rumiñahui**, fue realizado por el señor: **Cofre Mejía, Michael Jhosué**; la misma 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



Firmado electrónicamente por:
RUTH ELIZABETH
URBANO SALAZAR

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
COFRE MEJÍA MICHAEL JHOSUÉ

NOMBRE DEL ARCHIVO
COFRE MEJÍA MICHAEL JHOSUÉ

SE HA CREADO EL INFORME
22 feb 2023

Resumen

Fragmentos marcados	13	4 %
Fragmentos citados o entrecomillados	5	0,9 %

Coincidencias de la Web

aecid.es	9	2 %
sld.cu	1	1 %
fao.org	3	0,6 %
contextoganadero.com	1	0,4 %
inamhi.gob.ec	1	0,2 %
cedia.edu.ec	1	0,2 %
mango.org	1	0,1 %
uta.edu.ec	1	0,1 %



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, **Cofre Mejía, Michael Jhosué**, con cédula de ciudadanía No. 1727127563 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Evaluación del efecto de bokashi y espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cortés 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

Cofre Mejía, Michael Jhosué
C.C.: 1727127563



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Autorización de Publicación:

Yo, **Cofre Mejía, Michael Jhosué**, con cédula de ciudadanía No. 1727127563 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Evaluación del efecto de bokashi y espirulina en pimiento (*Capsicum annum*) variedad híbrido Cortés en el cantón Rumiñahui en el Repositorio Institucional**, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 22 de febrero del 2023

Cofre Mejía, Michael Jhosué

C.C.: 1727127563

Agradecimiento

Agradezco infinitamente el apoyo incondicional, los consejos, el cariño y ayuda que me ha brindado mi papá, quién nunca me dejó solo y ha sido mi gran ejemplo a seguir. A ti te debo la persona que soy.

A mi mamá, por haberme inculcado los valores y costumbres para ser un hombre de bien, y por todo el amor y apoyo que nunca me faltó.

A Angie Martínez, por ser persona y parte fundamental en mi paso por la vida universitaria, por impulsarme a ser cada día mejor, por estar presente en los momentos buenos y en los más difíciles, por ser quien ha estado a mi lado en cada pequeño esfuerzo que ha hecho posible este logro, y especialmente agradezco el amor bonito que me da.

A mis amigos, por ser parte de este gran equipo, y haber hecho de esta carrera una gran experiencia en mi vida.

Al IASA, por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente, y por ser mi segundo hogar.

A todos los maestros de la institución quienes me impartieron los mejores conocimientos.

A la Ingeniera Martha Vargas, por mostrar su apoyo y cariño con los estudiantes.

A cada una de las personas que directa o indirectamente colaboraron en esta investigación.

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	5
Agradecimiento	6
Índice de contenidos.....	7
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	13
Resumen.....	15
Abstract	16
CAPÍTULO I.....	17
INTRODUCCIÓN	17
Antecedentes	17
Justificación.....	17
Objetivos.....	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos	18
Hipótesis.....	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
Origen.....	20
Taxonomía.....	20

Descripción botánica.....	21
Etapas fenológicas.....	21
Manejo de cultivo	21
Poda.....	21
Tutorado	22
Aporcado	22
Control de malezas.....	22
Riego.....	22
Requerimientos edafoclimáticos.....	23
Temperatura	23
Precipitación	24
Luz	24
Altitud.....	24
Suelo.....	24
Requerimientos nutricionales.....	24
Fertilización	25
Rendimiento por hectárea.....	26
Principales enfermedades bacterianas	27
Principales enfermedades fúngicas.....	28
Principales problemas fitopatológicos causados por virus.....	28
Fertilizantes orgánicos	29
Bokashi.....	29
Espirulina.....	30
CAPÍTULO III.....	31
METODOLOGÍA.....	31
Ubicación geográfica.....	31

Características del lugar de investigación	31
Tipo de investigación.....	31
Diseño experimental.....	31
Modelo matemático	31
Delineamiento experimental.....	32
Manejo del experimento	33
Preparación del invernadero	33
Material vegetal	33
Trasplante de plántulas	34
Establecimiento del diseño experimental.....	34
Bokashi	34
Espirulina (<i>Arthrospira platensis</i>)	35
Fase 1: Cultivo de Espirulina	35
Fase 2: Mantenimiento	36
Fase 3: Masificación.....	36
Fase 4: Cosecha	37
Utilización de los biofertilizantes	39
Control de malezas.....	40
Aporcado	41
Riego.....	41
Control preventivo de plagas	42
Poda.....	42
Tutorado	42
Cosecha.....	43
Variables evaluadas	44
Altura de la planta.....	44

Diámetro del tallo.....	44
Aparecimiento de la floración.....	45
Peso de los frutos (g)	45
Longitud de los frutos (cm).....	46
Rendimiento (kg/ha)	47
Análisis de laboratorio.....	47
Análisis de suelo.....	47
Análisis foliar.....	48
Análisis estadístico.....	48
Análisis económico.....	48
CAPÍTULO IV	49
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
Altura de la planta y diámetro del tallo.....	49
Altura de la planta (cm).....	49
Diámetro del tallo (cm).....	51
Correlación entre altura y diámetro	52
Floración y número de frutos por planta.....	54
Floración.....	55
Frutos por planta.....	55
Longitud del fruto.....	57
Peso del fruto	58
Rendimiento por hectárea.....	59
CAPÍTULO V	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
Conclusiones.....	65
Recomendaciones	65

BIBLIOGRAFÍA..... 66

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Taxonomía de <i>Capsicum annum</i></i>	20
Tabla 2 <i>Requerimientos nutricionales del cultivo de pimiento</i>	25
Tabla 3 <i>Fertilización del pimiento para un rendimiento de 100 ton/ha</i>	26
Tabla 4 <i>Delineamiento experimental</i>	32
Tabla 5 <i>Dosificación de los biofertilizantes</i>	39
Tabla 6 <i>Aplicaciones de espirulina realizadas</i>	40
Tabla 7 <i>Medias de la altura (cm) de la planta, obtenidas en la octava semana</i>	49
Tabla 8 <i>Medias del diámetro (cm) del tallo, obtenidas en la octava semana</i>	51
Tabla 9 <i>Frecuencias de floración entre la octava y décima semana, según el tratamiento</i>	55
Tabla 10 <i>Medias de longitud (cm) del fruto obtenidas en la octava semana</i>	57
Tabla 11 <i>Peso (g) del fruto obtenidas en la octava semana, en una cosecha por tratamiento</i> .	58
Tabla 12 <i>Rendimiento (kg/ha) estimado por tratamiento</i>	59
Tabla 13 <i>Parámetros a considerar en el experimento</i>	60
Tabla 14 <i>Beneficio neto (\$) del T0, T1 y T2 del primer mes de producción</i>	61
Tabla 15 <i>Beneficio neto (\$) del T0, T1 y T2 del ciclo completo del cultivo</i>	61
Tabla 16 <i>Variables agronómicas evaluadas en la semana 18, en el cultivo de pimiento (<i>Capsicum annum</i>) variedad Cortés</i>	62

Índice de figuras

Figura 1 <i>Preparación del invernadero</i>	33
Figura 2 <i>Material vegetal</i>	33
Figura 3 <i>Trasplante de plántulas</i>	34
Figura 4 <i>Cultivo de Espirulina en tubos de ensayo</i>	35
Figura 5 <i>Cultivo de Espirulina en fase de mantenimiento</i>	36
Figura 6 <i>Tres fases de cultivo de Espirulina en laboratorio</i>	37
Figura 7 <i>Cosecha de Espirulina</i>	38
Figura 8 <i>Aplicación de Espirulina</i>	39
Figura 9 <i>Limpieza de malezas</i>	40
Figura 10 <i>Aporcado del suelo</i>	41
Figura 11 <i>Riego de las camas</i>	41
Figura 12 <i>Aplicación preventiva de bio-insecticida</i>	42
Figura 13 <i>Tutorado de las plantas de pimiento</i>	43
Figura 14 <i>Cosecha de pimiento</i>	43
Figura 15 <i>Registro de altura de la planta</i>	44
Figura 16 <i>Registro del diámetro de la planta</i>	45
Figura 17 <i>Aparición de la fase de floración</i>	45
Figura 18 <i>Pesaje de los frutos cosechados</i>	46
Figura 19 <i>Medición de la longitud del fruto cosechado</i>	46
Figura 20 <i>Cosecha total por tratamientos</i>	47
Figura 21 <i>Curva de crecimiento de las plantas en altura (cm) según su tratamiento, en un lapso de 18 semanas</i>	50
Figura 22 <i>Curva de crecimiento del tallo en diámetro (cm) según su tratamiento, en un lapso de 18 semanas</i>	51

Figura 23 <i>Correlación entre la altura de la planta y diámetro del tallo, respecto al transcurso del tiempo desde el trasplante hasta la decimoctava semana, para el testigo (T0)</i>	52
Figura 24 <i>Correlación entre la altura de la planta y diámetro del tallo, respecto al transcurso del tiempo desde el trasplante hasta la decimoctava semana, para el tratamiento a base de bokashi (T1)</i>	53
Figura 25 <i>Correlación entre la altura de la planta y diámetro del tallo, respecto al transcurso del tiempo desde el trasplante hasta la decimoctava semana, para el tratamiento a base de espirulina (T2)</i>	54
Figura 26 <i>Representación en barras de la cantidad promedio de frutos por planta</i>	56
Figura 27 <i>Representación en barras, de la longitud promedio (cm) del fruto, por tratamientos, medido desde el hombro hasta el ápice.....</i>	57
Figura 28 <i>Representación en barras del peso (g) promedio del fruto por tratamientos.....</i>	58
Figura 29 <i>Representación en barras del rendimiento por hectárea (kg/ha) por tratamientos, en base al número de frutos por planta, y el peso promedio del mismo, además de la densidad de siembra en tresbolillo</i>	59

Resumen

La presente investigación se realizó en el barrio Loreto, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia Pichincha, cuyas coordenadas son: 0°23'18.3"S 78°24'27.8"W.

Este experimento tiene como objetivo evaluar el efecto de bokashi y espirulina en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cortés en el cantón Rumiñahui, implementando una distribución de parcelas en bloques completamente al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones, contando con doce unidades experimentales en total. Para el análisis estadístico se usó el paquete Agricolae del software Rstudios, se aplicó la prueba de Tuckey 5%, dando como resultados: en la variable de altura de la planta se evidenció superioridad en el tratamiento a base de espirulina (T2) con una media de 24.23 cm, frente a los 21.8 y 18.42 cm de los tratamientos bokashi (T1) y testigo (T0) respectivamente, asimismo sucedió en el diámetro, T2 presentó 0.628 cm, siendo superior a T1 con 0.526 cm y T0 con 0.453 cm. Después del análisis, se pudo observar que la aplicación de espirulina adelantó la floración una semana en comparación con los demás tratamientos. En la variable número de frutos por planta a la primera cosecha el tratamiento 2 presentó en promedio 3 frutos/planta, mientras que T1 y T0 fueron inferiores con 1.5 y 1.3 frutos/planta. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en las variables de peso y longitud del fruto. Para la variable rendimiento en kilogramos por hectárea, la proyección de producción de T2 es de 1305.61 kg/ha, siendo superior a los 691.51 y 592.41 kg/ha de T1 y T0. Se determina que la influencia de la aplicación de espirulina en el cultivo de pimiento var. Cortés es importante, presentando un mejor desarrollo en rendimiento en relación con el manejo convencional del agricultor y la aplicación de bokashi.

Palabras Clave: Pimiento variedad híbrido Cortés, espirulina, bokashi.

Abstract

The present investigation was carried out on the property of Mrs. Gladys Elisa Gallegos, Loreto neighborhood, Sangolquí parish, Rumiñahui canton, Pichincha province, whose coordinates are 0°23'18.3"S 78°24'27.8"W.

The objective of this experiment is to evaluate the effect of bokashi and spirulina in the cultivation of pepper (*Capsicum annuum*) hybrid Cortés variety in the Rumiñahui canton, implementing a distribution of plots in completely random blocks, with three treatments and four repetitions, with twelve total experimental units. For the statistical analysis, the Agricolae package of the Rstudios software was used, the Tuckey 5% test was applied, giving as results: in the plant height variable, superiority was evidenced in the spirulina-based treatment (T2) with a mean of 24.23 cm, compared to 21.8 and 18.42 cm of the bokashi (T1) and control (T0) treatments respectively, it also happened in the diameter, T2 presented 0.628 cm, being higher than T1 with 0.526 cm and T0 with 0.453 cm. After the analysis, it was possible to observe that the application of spirulina advanced flowering by one week compared to the other treatments. In the variable number of fruits per plant at the first harvest, treatment 2 presented an average of 3 fruits/plant, while T1 and T0 were lower with 1.5 and 1.3 fruits/plant. However, no significant differences were found in the variables of fruit weight and length. For the yield variable in kilograms per hectare, the production projection of T2 is 1305.61 kg/ha, being higher than the 691.51 and 592.41 kg/ha of T1 and T0. It is determined that the influence of the application of spirulina in the cultivation of pepper var. Cortés is positive, presenting a better development and superiority in performance in relation to the conventional management of the farmer and the application of bokashi.

Keywords: Cortés hybrid variety pepper, spirulina, bokashi.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

La mayoría de las variedades de pimientos dulces cultivados en el mundo, pertenecen a la especie *Capsicum annuum*, según datos actualizados de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2021), se alcanzó una producción mundial de 36286643.77 toneladas de ajíes y pimientos verdes, con una superficie que supera las dos millones de hectáreas, siendo China el principal productor con la tercera parte del peso neto, siguiéndole en orden México, Turquía, Indonesia y Estados Unidos, Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (2014).

Ecuador posee características edafo-climáticas que favorecen el cultivo de pimiento, siendo mayormente cultivado en la región costa, específicamente en las provincias del Guayas, Manabí, y Santa Elena, además en provincias de la sierra donde las condiciones son propicias para esta especie. En el país se cosecharon 8113.67 toneladas en el 2021 según datos imputados por la FAO (2021), con un área de 2233 hectáreas.

Una de las características más llamativas para el consumo de esta hortaliza es su alto contenido de calcio, fibra además de vitaminas A y C, FAO (2009), sin embargo, este cultivo posee altos requerimientos nutricionales. Entre ellos destaca el nitrógeno, un macronutriente esencial involucrado en la formación de biomasa.

Justificación

En el Ecuador el cultivo de pimiento representa uno de los principales rubros de la agricultura, debido a la demanda que existe dentro del país al ser una de las hortalizas más importante en la dieta de los ecuatorianos por los numerosos beneficios que ofrece a la salud de los consumidores, sin embargo en la actualidad este cultivo se ve gravemente afectado por el uso excesivo de productos químicos que buscan acelerar e incrementar la productividad afectando las propiedades nutricionales de esta hortaliza, es por ello que hoy en día se busca

opciones de manejo y producción en la agricultura que permitan una producción de alimentos más saludables.

Ante la problemática antes mencionada los pequeños agricultores del país han adoptado a la agricultura orgánica como un sistema de producción para cubrir la demanda de alimentos saludables en el mercado, ya que permite la implementación de sencillas estrategias de manejo que aprovechan al máximo los desechos de una unidad de producción para la elaboración de insumos orgánicos como biofertilizantes y bio-insecticidas que permiten una adecuada nutrición vegetal y un control de plagas y enfermedades efectivo.

Múltiples investigaciones han demostrado que el uso de la espirulina en la nutrición, en la farmacéutica y la medicina ha conseguido exitosos resultados, es por ello que se ha optado por aprovechar sus componentes en el campo de la agricultura para la elaboración de biofertilizantes, pues su alto contenido de ácidos grasos, proteína, y minerales (P, K, Mg, Ca, Fe, Zn y Se) la hacen un complemento biológico ideal para las plantas por la biodisponibilidad de sus componentes, además de actuar como un bio-estimulante que evita el estrés, promueve el crecimiento, acelera la floración y eleva la producción de las plantas.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto del bokashi y espirulina en pimiento (*Capsicum annuum*) variedad híbrido Cortés en el cantón Rumiñahui, Ecuador.

Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de manejo sustentable desde el trasplante hasta la cosecha del cultivo del pimiento *Capsicum annuum* variedad híbrido Cortés.
- Realizar el seguimiento de las variables de calidad que se presentan durante el desarrollo del cultivo del pimiento *Capsicum annuum* variedad híbrido Cortés.
- Evaluar la productividad del pimiento *Capsicum annuum* variedad híbrido Cortés.

- Determinar el tratamiento más económico aplicando el método de presupuesto parcial propuesto por Perrín *et al.*, (1976).

Hipótesis

- H1: El cultivo de *Capsicum annuum* var. Cortés tratado con espirulina presenta mejores parámetros de calidad y productividad que las plantas tratadas con bokashi.
- H0: El cultivo de *Capsicum annuum* var. Cortés tratado con bokashi y espirulina presenta parámetros de calidad y productividad similar.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Origen

La cosecha de pimiento proviene de los países de América del Sur, especialmente Bolivia y Perú. Colón lo trajo al mundo antiguo en su primer viaje en el año 1493, este cultivo se extendió a España y de allí al resto de Europa y el mundo. Distintas variedades se distribuyen desde el sur de Estados Unidos, así como Colombia y la zona norte de Perú. Los mayores del mundo son Turquía, España, Italia y China, este último se sitúa como uno de los países con mayores tasas de crecimiento liderando la producción a nivel mundial, FAO (2021).

Taxonomía

Tabla 1

Taxonomía de Capsicum annuum

Taxonomía del pimiento dulce	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Tribu	Capsiceae
Género	Capsicum
Especie	<i>Capsicum annuum L.</i>
Nombre Común	Pimiento

Nota. Taxonomía del pimiento dulce, obtenido de EcuRed (2017).

Descripción botánica

El pimiento es una especie herbácea anual, con numerosas raíces adventicias que funcionan para absorber nutrientes y nutrir la planta. Presenta un tallo rígido que puede medir entre 0.5 a 1m. Tiene hojas enteras de forma oval-lanceolada con márgenes regulares y pecíolos cortos. Las flores son blancas y aparecen independientes en cada sección. Las frutas varían mucho en forma, tamaño y color dependiendo de la variedad, FAO (2007).

El pimiento tiene frutos con 2 a 4 lóculos con una cavidad inferior con cortes claros. Las frutas pueden tener distinta forma y tamaño, pero generalmente se dividen en redondas y alargadas (puntiagudas), y pueden superar los 100 gramos dependiendo de la especie, Fundación de Desarrollo Agropecuario (1994).

Etapas fenológicas

Es importante conocer la fenología de los cultivos para su correcto manejo. Una de las implicaciones más importantes de las etapas fenológicas es indicar la necesidad de una fertilización precisa o el uso de sustancias hormonales en los cultivos, incluida la identificación de las etapas de crecimiento. En el género *Capsicum spp.*, Moreno *et al.*, (2011) señaló que solo existen cuatro etapas de fenología: germinación, crecimiento vegetativo, floración y fructificación.

Manejo de cultivo

Poda

Podar el pimiento es una actividad cultural que ayuda a optimizar la producción, favoreciendo un fuerte crecimiento de la planta y la aireación de la planta, se pretende que los frutos sean visibles desde el medio y protegerlos de la excesiva radiación del sol, también es útil para aumentar la aireación de la parte inferior de la planta, evitando un exceso de vegetación que pueda derivar en enfermedades en el futuro, Maroto & Baixauli (2017). La poda más frecuente consiste en eliminar todas las hojas, ramas y chupones que se encuentran por

debajo de la primera bifurcación, los cuales roban espacio y nutrientes en la etapa de floración y fructificación.

Tutorado

Se basa en mantener la planta erecta verticalmente durante todo su desarrollo. Esta actividad se realiza con el uso de guías o cuerda, según el método elegido por el técnico. La tutoría tradicional se utiliza con más frecuencia en el campo, consiste en colocar hilos conectados horizontalmente fijados por estacas a diferentes alturas, de este modo sujetan el peso de la planta entre ellos. Otra opción de apuesta es el modelo holandés, se basa en que cada tallo seleccionado al comienzo de la poda del suelo esté conectado a la planta por una línea vertical directa a medida que crece, Giaconi & Escaff (2004).

Aporcado

Esta actividad consiste básicamente en cubrir parte de la base de la planta con un montículo de tierra para fortalecerla y favorecer el desarrollo radicular. En suelos arenosos, se debe retrasar si es posible para evitar quemaduras por sobrecalentamiento.

Control de malezas

Las malas hierbas del pimiento deben controlarse para evitar la propagación de plagas y enfermedades. Si esta actividad no se realiza a tiempo, las consecuencias son: disminución del rendimiento de los cultivos, la calidad del producto, y por ende pérdidas económicas. Las malas hierbas compiten principalmente con la pimienta por agua, nutrientes y luz. Los bajos rendimientos dependen del tipo de malezas que infestan el cultivo y de la densidad de población, lo que está directamente relacionado con la etapa del ciclo de la planta. El tiempo crítico de la competencia por nutrientes es hasta las 5 semanas después del trasplante, Fornaris (2005).

Riego

Durante las distintas etapas de crecimiento del cultivo de pimiento, es necesario suministrar agua de manera adecuada. Durante la fase de siembra y emergencia, es

recomendable proporcionar un riego ligero y frecuente para mantener la humedad del suelo y estimular la germinación. En la fase vegetativa, se debe proporcionar un riego regular para prevenir la sequedad del suelo y favorecer el desarrollo de las hojas. En la fase de floración y formación de frutos, es necesario proporcionar una cantidad suficiente de agua para asegurar la polinización y la formación adecuada de los frutos.

Generalmente se recomienda regar el cultivo de pimiento una o dos veces por semana, dependiendo de las condiciones climáticas y la capacidad de retención de agua del suelo. Es importante evitar un exceso de riego, ya que esto puede provocar enfermedades fúngicas y pudrición de las raíces. Además, es esencial que el suelo tenga un buen drenaje para evitar la acumulación excesiva de agua y la posible asfixia de las raíces.

Ruiz *et al.*, (2013), menciona que, en términos generales, el cultivo de pimiento requiere entre 600 a 900 mm de agua durante todo su ciclo, desde la siembra hasta la cosecha.

Es importante tener en cuenta que esta es solo una estimación y que las necesidades de agua pueden diferir según las circunstancias específicas del cultivo. En cada riego, la cantidad de agua que se debe suministrar dependerá del clima, la humedad del suelo y la capacidad de retener agua de este. Es recomendable monitorear la humedad del suelo con frecuencia y ajustar el riego según sea necesario para satisfacer las necesidades del cultivo y evitar tanto la falta como el exceso de agua.

Requerimientos edafoclimáticos

En cuanto a clima y suelo, este cultivo tiene las siguientes características según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2013):

Temperatura

El pimiento es un cultivo muy sensible al frío y se adapta a climas cálidos, pero tiene una temperatura óptima de 22 a 25°C. Durante la floración y fructificación es recomendable 26 a 28°C, durante la germinación y desarrollo vegetativo. Las bajas temperaturas conducen a la formación de pequeñas bayas deformadas.

Precipitación

Requiere una precipitación promedio de 600 a 1200 mm, distribuida regularmente y bien a lo largo de la temporada de crecimiento.

Luz

Es una planta exigente en cuanto a intensidad lumínica, necesitando de 6 a 8 horas diarias, sobre todo durante las primeras etapas de crecimiento y floración.

Altitud

La planta está bien adaptada a altitudes de hasta 1.800 metros sobre el nivel del mar, con limitaciones de altitud más allá de eso.

Suelo

La planta prefiere suelo profundo, ligero, suelto, bien drenado, rico en materia orgánica, arcilloso o arenoso, fértil con un pH de 6,5 a 7,5 y riego moderado tolerante a la sal. El suelo encharcado no es adecuado debido a la asfixia de las raíces y problemas fitosanitarios.

Requerimientos nutricionales

Para un óptimo desempeño del cultivo se debe llevar un equilibrio entre todos los elementos, el pimiento tiene un alto requerimiento de potasio y magnesio, estos dos elementos garantizan un desarrollo adecuado desde la primera cosecha, mejorando la firmeza y el color del fruto, se debe aportar estos nutrientes durante todo el desarrollo del cultivo y aumentar la dosificación después de la floración y luego mantenerse constante durante la maduración, siendo el magnesio también fundamental en esta última etapa, además se debe complementar con fósforo y nitrógeno en la etapa vegetativa, y en la etapa de fructificación se debe añadir calcio y boro, Traxco (2016).

Tabla 2

Requerimientos nutricionales del cultivo de pimiento

Dosis de elementos por etapa fenológica del cultivo de pimiento (ppm)					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
F. Vegetativa	120	120	120	60	30
Floración	120	120	150	80	40
Fructificación	140	120	200-270	120-140	60-70

Nota. Requerimientos nutricionales del pimiento, obtenido de infoAgro (2018).

Fertilización

Para un óptimo desempeño del cultivo se debe llevar un equilibrio entre todos los elementos, el pimiento tiene un alto requerimiento de potasio y magnesio, estos dos elementos garantizan un desarrollo adecuado desde la primera cosecha, mejorando la firmeza y el color del fruto, se debe aportar estos nutrientes durante todo el desarrollo del cultivo y aumentar la dosificación después de la floración y luego mantenerse constante durante la maduración, siendo el magnesio también fundamental en esta última etapa, además se debe complementar con fósforo y nitrógeno en la etapa vegetativa, y en la etapa de fructificación se debe añadir calcio y boro.

En este contexto, los nutrientes son absorbidos por las plantas con una intensidad que depende directamente de la fase fenológica del cultivo, en la tabla 2 se encuentra detallado la recomendación de fertilización durante todo el ciclo para una producción de 100t/ha.

Tabla 3*Fertilización del pimiento para un rendimiento de 100 ton/ha*

Periodo días	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	kg/ha/periodo				
0-35	2	0	3	2	1
35-55	7	1	16	7	3
55-70	18	3	34	15	7
70-85	20	3	39	15	6
85-100	39	12	72	42	21
100-120	55	11	110	22	23
120-140	75	22	96	28	20
140-165	79	19	120	42	30
Total	294	73	491	173	111

Nota. Estimación de una fertilización completa por fase de crecimiento, obtenido de Rincón *et al.*, (1995).

En base a una fertilización complementara, Yuste (2007) afirma que se deben agregar 30 a 40 t/ha de estiércol como abono, adicional 100 kg de nitrógeno (N), 90 a 150 kg de fósforo (P₂O₅) y 200 a 300 kg de potasio (K₂O), con una frecuencia de 4 veces por ciclo completo.

Rendimiento por hectárea

El rendimiento depende de las variedades seleccionadas, un fruto óptimo debe tener una pared gruesa y un bajo porcentaje de placenta, semilla y tallo, además se debe considerar las condiciones climáticas, un buen manejo de plagas y enfermedades, y un plan de fertilización adecuado, Nuez *et al.*, (1996). Sin embargo, hay que tener en cuenta que el

rendimiento por hectárea es un factor que puede variar en el transcurso de los años por cambios climáticos.

Principales enfermedades bacterianas

Las bacterias permaneces latentes en órganos sanos o infectados de plantas perennes, semillas, residuos de plantas enfermas y suelo; se propagan a través de la lluvia y llegan a la planta a través del viento, insectos, herramientas o contacto directo. Penetran a través de aberturas y heridas naturales y atraviesan el tejido parenquimatoso. El ambiente húmedo y la temperatura elevada favorecen el desarrollo de la enfermedad. Se observa daño en tallo, hojas y frutos.

Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*): Este patógeno prospera en ambientes húmedos y de alta temperatura; propagación de semillas contaminadas y salpicaduras de agua de lluvia. Afecta a toda la planta. Los síntomas observados en las hojas son manchas irregulares gris-púrpura con un halo amarillo estrecho y un centro negro.

Podredumbre blanda de los frutos (*Erwinia carotovora*): El daño generalmente comienza en el tallo y el cáliz, pero la infección también se puede encontrar en cualquier parte afectada de la fruta. El tejido interno cercano a la contaminación se ablanda y la lesión se propaga rápidamente, convirtiéndose en una masa acuosa en cuestión de días. Las frutas dañadas se asemejan a una bolsa llena de agua. Esta enfermedad aumenta durante las lluvias cuando las bacterias salpican del suelo a la fruta.

Marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*): La infección causada por esta bacteria ocurre significativamente en climas tropicales y cálidos de todo el mundo. Las plantas infectadas se pudren repentinamente, las más jóvenes mueren rápidamente y las plantas adultas se caracterizan por un marchitamiento parcial o general y necrosis del tejido vascular en el tallo y las raíces. Las secreciones de color blanco crema se pueden ver presionando el tallo enfermo.

Principales enfermedades fúngicas

Dumping off (*Pythium spp* y *Rhizoctonia spp*): Se observa una caída repentina de plántulas en los viveros. El ataque se puede ver en el cuello de la planta, cuando llega a los vasos sanguíneos, el ascenso del jugo se detiene y muere. Se recomienda desinfectar las semillas con compuestos orgánicos protectores como captan, cloranil, maneb, mancozeb, benomyl y suelo de vivero con compuestos químicos volátiles o ditianona 75% SC, 10 L/ha en agua de riego, procurando que la distribución sea homogénea.

Antracnosis (*Colletotrichum capsici*): Los síntomas típicos aparecen como manchas redondas hundidas y empapadas de agua en la fruta madura que se propagan rápidamente. El color de las lesiones varía de rojo oscuro a marrón claro.

Mancha cercospora de la hoja (*Cercospora capsici*): Se forman manchas redondas con un centro gris y bordes de color marrón oscuro. Estas lesiones se observan en las hojas, tallos y pecíolos, lo que provoca que las hojas se pudran.

Marchitez fusarium (*Fusarium oxysporum*): Las hojas se vuelven amarillas y las superiores se secan, este síntoma se desarrolla después de unos días hasta el marchitamiento permanente. El sistema vascular está coloreado en el tallo y las raíces. El ataque se observa en zonas localizadas de la cosecha, donde muere gran parte de las plantas.

Principales problemas fitopatológicos causados por virus

Mosaico de la alfalfa, (AMV): Virus baciliforme transmitido por áfidos. Corresponde al grupo del Virus del Mosaico de la Alfalfa. Ampliamente distribuido y de importancia secundaria a pesar de su difusión. Las hojas presentan un mosaico vivo, de color amarillo a blanco, abarcando grandes áreas del tejido internerval; se observa también una deformación en el crecimiento de estas. En cultivares de pimiento pungente se ha señalado la transmisión de este virus por semilla, Hull (1969).

Mosaico del pepino (CMV): Cucumovirus, propagado por pulgones. Causa severamente la floración y afecta el rendimiento. Esto provoca deformaciones en las hojas, que se alargan

en forma de lanza, y la banda central aparece en forma de zigzag. Las hojas adultas muestran patrones cloróticos o necróticos en forma de anillos concéntricos o irregulares con piel hundida, Conti & Masenga (1977). Las plantas infectadas pierden flores y muestran necrosis en las puntas a bajas temperaturas.

Virus Y de la papa (PVY): El potyvirus, que es propagado por los áfidos, causa un mosaico con manchas y arrugas en las puntas y venas de color verde oscuro, y las plantas afectadas reducen la producción y el tamaño de los frutos. Es un patógeno que causa una pérdida significativa de rendimiento. Se observó resistencia en *Capsicum chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum*, *C. eximium*, *C. flexuosum* y *C. pubescens*, fuentes que no han sido utilizadas en programas de mejoramiento de calidad de frutos, Nuez *et al.*, (1996).

Fertilizantes orgánicos

Los fertilizantes orgánicos se han utilizado durante mucho tiempo con el propósito de aumentar la fertilidad del suelo, además de mejorar sus propiedades en beneficio de las plantas bien desarrolladas. Hoy en día, su uso es de gran importancia, ya que se ha demostrado que son efectivos para aumentar la producción y mejorar la calidad del producto.

Bokashi

La palabra bokashi es del idioma japonés y para el caso de la elaboración de los abonos orgánicos fermentados, significa cocer al vapor los materiales del abono, aprovechando el calor que se genera con la fermentación aeróbica de los mismos. Como abono orgánico, rico en nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas; obtenido de la fermentación de una materia seca debidamente mezclada. Los nutrientes obtenidos de la fermentación de materias primas contienen elementos mayores y menores, formando un fertilizante completo que es superior a las formulaciones de fertilizantes químicos.

Se utiliza para proporcionar los nutrientes necesarios y adecuados al suelo, donde son absorbidos por las raíces de las plantas para un crecimiento normal. Es aconsejable utilizar una

variedad de materiales lo más amplia posible para garantizar un mejor equilibrio de nutrientes para el fertilizante.

En bokashi, se pueden aplicar 4 libras por metro cuadrado de suelo. Debe aplicarse 15 días antes de la siembra, en el trasplante o durante el período de crecimiento. Para cultivos anuales, será necesaria una segunda aplicación, de 15 a 25 días después de la emergencia, a razón de 2 libras por metro cuadrado, FAO (2011).

Espirulina

La espirulina (*Arthrospira platensis*) es una cianobacteria de gran interés en el campo de la biotecnología, ampliamente explotada para uso medicinal y como alimento para humanos y animales, ya que se cultiva en muchas regiones del mundo por su alto valor nutritivo, Papadaki *et al.*, (2017).

La espirulina contiene alrededor del 60 al 70% de su masa seca en proteínas altamente biodisponibles. Es el organismo terrestre y acuático con mayor contenido protéico, aminograma y mejor digestibilidad, por lo tanto, es ampliamente utilizado como fuente de aminoácidos para humanos, animales y plantas. Además, contiene ácidos grasos poliinsaturados esenciales y vitaminas, así como xantinas, ficobiliproteínas, carbohidratos, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, hierro, manganeso y zinc. También es rico en vitaminas B12, B1, B2, B6 y E, biotina, ácido pantoténico, ácido fólico, inositol y niacina, rico en α y β carotenoides, ficocianina, cantidades significativas de ácido α -linolénico (insaturado) ácidos grasos poliinsaturados con diversos efectos beneficiosos), alto contenido en fitohormonas, oligoelementos, antioxidantes y polisacáridos, por lo que es un excelente complemento biológico. Además, en esta alga se han identificado clorofila a, xantofilas y lípidos, Sharma *et al.*, (2014).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en la propiedad de la señora Gladys Gallegos, ubicada en el barrio rural Loreto, en el cantón Rumiñahui, en la provincia de Pichincha, a una altura de 2858 msnm, latitud sur 0°23'18.3'' y latitud oeste 78°24'27.8''.

Características del lugar de investigación

Se hizo uso de un invernadero completamente cubierto que posee un área de 45 m², un relieve con una ligera pendiente, con un suelo franco arenoso, una temperatura que alcanza los 18 °C en el día y los 10 °C en la noche y sin un sistema de riego.

Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación fue de carácter experimental, ya que se lo llevó a cabo completamente en el campo con el objetivo de evaluar el efecto de bokashi y espirulina como biofertilizantes en el cultivo de pimiento variedad Cortés para establecer los mejores tratamientos.

Diseño experimental

El trabajo de investigación se llevó a cabo con 144 plantas de pimiento variedad Cortes, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) que comprendió tres tratamientos: T0 (Testigo), T1 (Bokashi) y T2 (Espirulina), cada uno con 4 repeticiones, dando un total de 12 unidades experimentales.

Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + F + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Productividad del pimiento variedad híbrido Cortés

μ = Media general

F = Efecto de la i -ésima biofertilización foliar

e_{ij} = Error experimental

Delineamiento experimental

Tabla 4

Delineamiento experimental

Diseño experimental	DCA
Tratamientos	3
Repeticiones	4
Total, de unidades experimentales	12
Densidad de siembra	Tres bolillos a 0.5 m
Número de plantas por repetición	12
Total, de plantas	144
Número de plantas por hilera	4
Número de hileras	3
Área de las repeticiones	2.6 m ²
Largo de la cama	8.5 m
Ancho de la cama	1.2 m
Altura de la cama	0.2 m
Distancia entre camas	0.35 m
Área del experimento	45 m ²

Nota. Delineamiento experimental. Autoría propia.

Manejo del experimento

Preparación del invernadero

Se retiraron todas las malezas y se escarificó el suelo con la ayuda de un azadón y rastrillo, se colocó plástico en la parte superior del invernadero, y se elaboraron 3 camas de 8.5 m de largo por 1.2 m de ancho y 0.2 m de alto.

Figura 1

Preparación del invernadero



Nota. Estado inicial del invernadero. Autoría propia.

Material vegetal

Se compraron 144 plántulas de pimiento variedad Cortés con 30 días de edad en una pilonera de la ciudad de Ambato.

Figura 2

Material vegetal



Nota. Adquisición de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* var. Cortés). Autoría propia.

Trasplante de plántulas

El mismo día que se compararon las plántulas una vez que se humedecieron las camas y llegó la tarde, se las trasplanto en tresbolillo a una distancia de 0.5 m.

Figura 3

Trasplante de plántulas



Nota. Trasplante a una distancia de medio metro entre plantas, tresbolillo. Autoría propia.

Establecimiento del diseño experimental

Cada cama se dividió en 4 partes iguales separándolas por letrero que contenía el tratamiento y la repetición correspondiente, además de estar forrados por completo para evitar su daño por el contacto con el agua.

Bokashi

Para la elaboración de este abono se utilizó tierra negra, guano de cuy y vacas, cascarilla de arroz, melaza, levadura y agua, se tapó la mezcla con un plástico negro durante una semana, aireando 3 veces al día, después se dejó que la mezcla pierda humedad, y se procedió a empacar en costales para ser utilizados posteriormente.

Espirulina (*Arthrospira platensis*)

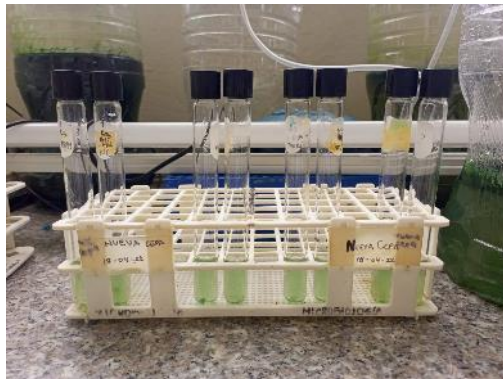
La producción de espirulina se realizó en el laboratorio de Acuicultura del IASA I localizado en la parroquia San Fernando, cantón Rumiñahui y se siguió el siguiente protocolo:

Fase 1: Cultivo de Espirulina

En un tubo de ensayo esterilizado se colocó 1 mL de la cepa mexicana *Arthrospira platensis* y 3 mL de medio de mantenimiento con una micropipeta, cada semana se agregó 3 mL más de medio de mantenimiento hasta alcanzar un volumen de 15 mL, durante todo este tiempo todos los días se movió el tubo suavemente para oxigenar.

Figura 4

Cultivo de Espirulina en tubos de ensayo



Nota. Cultivo de espirulina en Fase 1.

Autoría propia.

El medio de mantenimiento utilizado estuvo compuesto por:

- NaHCO_3
- Na_2CO_3
- K_2HPO_4
- NaNO_3
- K_2SO_4

- NaCl
- $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
- $CaCl_2 \cdot 2H_2O$
- Solución PIV
- Solución de micronutrientes
- Vitamina B12
- Agua destilada

Fase 2: Mantenimiento

Los 15 mL del tubo se los pasó a un matraz esterilizado, se añadió 100 mL del medio de mantenimiento, se lo dejó junto a una lámpara y se le suministró una fuente de oxígeno que se controló mediante un timer, se tapó el matraz con un tampón hecho de gasa y algodón con el objetivo de evitar algún tipo de contaminación, cada semana se agregó 100 mL del medio de mantenimiento hasta alcanzar un volumen de 500 mL.

Figura 5

Cultivo de Esprulina en fase de mantenimiento



Nota. Cultivo de espirulina en Fase 2. Autoría propia.

Fase 3: Masificación

Los 500 mL del matraz se los pasó a un botellón plástico esterilizado, se agregó 1 L de medio de masificación, se tapó, se colocó frente a una lámpara y se le suministró una fuente de

oxígeno que se controló mediante un timer, cada semana se agregó 1 L de medio de masificación hasta alcanzar los 5 L, para después pasar el contenido a un balde plástico con tapado, previamente esterilizado ubicado en el invernadero de acuacultura conectado a una fuente de oxígeno en donde se siguió realimentando con 1 L de medio de masificación cada semana hasta alcanzar los 18 L.

Figura 6

*Tres fases de cultivo de *Espirulina* en laboratorio*



Nota. Cultivo completo en laboratorio de *Espirulina*, y el incremento de volumen en masificación. Autoría propia.

El medio de masificación utilizado estuvo compuesto por:

- Macro y micronutrientes.
- Sal en grano.
- Bicarbonato.
- Agua destilada

Fase 4: Cosecha

La espirulina se cosechó cuando la cepa presentó una densidad en un rango de 7.5×10^5 a 8.0×10^5 filamentos mL^{-1} , para ello se realizó un recuento celular preparando una dilución de 1:10 de la cepa en un tubo eppendorf con 1 μL de la cepa y 9 μL de agua destilada,

con una micropipeta se homogenizó y en un portaobjetos se colocó 1 μL de la dilución, encima se colocó un cubreobjetos al cual se le realizó 16 cuadrantes con un marcador permanente para simular una cámara de Neubauer, se observó en el microscopio y se contó los filamentos de cada cuadrante, este proceso se lo repitió 3 veces, se sacó un promedio y se aplicó la siguiente ecuación:

$$DC_{\text{inóculo}} = \frac{N \times 10^3}{10} \times FD$$

Donde:

$DC_{\text{inóculo}}$: Densidad celular del inóculo (Filamentos mL^{-1})

N: Número de filamentos contabilizados

10^3 : Factor de conversión de 10 μL a 1 mL

FD: Factor de dilución

Una vez que se verificó la densidad celular se tomó el volumen requerido, se congeló durante 12 horas y estuvo listo para ser utilizado.

Figura 7

Cosecha de Spirulina



Nota. Spirulina cosechada y congelada, y estructura bajo microscopio. Autoría propia.

Utilización de los biofertilizantes

En el caso del bokashi se incorporó 150 g por planta en el trasplante, para ello se mezcló muy bien el bokashi con la tierra en donde se colocó cada plántula en cada una de las repeticiones del tratamiento 1. En el caso de la espirulina en una bomba de fumigar se colocó 0.5 L de espirulina y se agregó 1.5 L de agua, se homogenizó y se aplicó de manera foliar a las plantas de cada repetición del tratamiento 2. La aplicación de la espirulina se la realizó cada 15 días en horas de la tarde.

Figura 8

Aplicación de Espirulina



Nota. Aplicación foliar de Espirulina por aspersión en bomba. Autoría propia.

A continuación, se detalla la dosificación de los biofertilizantes:

Tabla 5

Dosificación de los biofertilizantes

Biofertilizante	Dosificación
Bokashi	150 g por planta
Espirulina	0.5 L en 1.5 L de agua

Nota. Dosificación de los biofertilizantes. Autoría propia.

Tabla 6

Aplicaciones de espirulina realizadas

Fecha	Número de aplicación
8/19/2022	1ra aplicación
9/2/2022	2da aplicación
9/16/2022	3ra aplicación
9/30/2022	4ta aplicación
10/14/2022	5ta aplicación
10/28/2022	6ta aplicación
11/11/2022	7ma aplicación
11/25/2022	8va aplicación

Nota. Aplicaciones de la espirulina realizadas. Autoría propia.

Control de malezas

Se realizaron 5 deshierbas manuales con la ayuda de una pala de jardín con el objetivo de evitar la competencia por nutrientes y aflojar el suelo.

Figura 9

Limpieza de malezas



Nota. Limpieza de malezas. Autoría propia.

Aporcado

Conforme las plantas se desarrollaban se realizaba un aporcado con la misma tierra de la cama para evitar que las raíces queden descubiertas y brindarle un mejor sostén a la planta.

Figura 10

Aporcado del suelo



Nota. Aporcado del suelo. Autoría propia.

Riego

El riego se lo realizó de forma manual con una manguera pasando un día por horas de la tarde.

Figura 11

Riego de las camas



Nota. Suelo a capacidad de campo. Autoría propia.

Control preventivo de plagas

Para el control preventivo de plagas se aplicó un bio-insecticida elaborado a base de ajo macho con el objetivo de evitar que insectos ataquen a las plantas, se realizó 3 aplicaciones de este bio-insecticida en horas de la tarde.

Figura 12

Aplicación preventiva de bio-insecticida



Nota. Aspersión foliar de insecticida orgánico. Autoría propia.

Poda

Al mes del trasplante se realizó la poda de formación en la que con una tijera de podar se retiraron todas las hojas a partir de la primera bifurcación hacia abajo.

Tutorado

El tutorado se lo realizó una vez que los frutos ya se estaban desarrollando, para ello se templó alambre de invernadero en la parte superior del invernadero en dirección a las camas, y con cuerda de tutorado se ayudó a la planta a sostenerse verticalmente.

Figura 13

Tutorado de las plantas de pimiento



Nota. Implementación de tutores individuales para cada planta de pimiento, con cuerda. Autoría propia.

Cosecha

La cosecha se realizó una vez que los frutos empezaron a tornarse de color rojo para que su maduración se complete en un cuarto a temperatura ambiente.

Figura 14

Cosecha de pimiento



Nota. Pimientos cosechados. Autoría propia.

Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

Altura de la planta

Se midió la altura de cada una de las plantas con un metro desde la base del suelo hasta el ápice de la hoja más joven, esto se realizó cada semana y se registró en un cuaderno de campo.

Figura 15

Registro de altura de la planta



Nota. Última medición de la altura de las plantas. Autoría propia.

Diámetro del tallo

Se midió el diámetro del tallo de cada una de las plantas con un pie de rey digital a la altura del primer nudo, esto se realizó cada semana y se registró en un cuaderno de campo.

Figura 16

Registro del diámetro de la planta



Nota. Medición del diámetro de los tallos.

Autoría propia.

Aparecimiento de la floración

Se registró la semana en que cada una de las plantas empezó a florecer.

Figura 17

Aparición de la fase de floración



Nota. Primeras observaciones de flores en las plantas. Autoría propia.

Peso de los frutos (g)

Con una balanza de precisión se pesaron cada uno de los frutos cosechados de cada planta en gramos.

Figura 18

Pesaje de los frutos cosechados



Nota. Distintos pesos en relación al tamaño de los frutos cosechados. Autoría propia.

Longitud de los frutos (cm)

Con una regla se midió la longitud (cm) de cada uno de los frutos cosechados de cada planta.

Figura 19

Medición de la longitud del fruto cosechado



Nota. Ejemplos de distintas longitudes de los frutos cosechados. Autoría propia.

Rendimiento (kg/ha)

Se calculó el rendimiento en kg/ha considerando el promedio del número de frutos por planta y el peso de los frutos de cada repetición correspondiente a cada tratamiento, además de la densidad de siembra a tresbolillo.

Figura 20

Cosecha total por tratamientos



Nota. Diferencia visual en la cosecha total entre tratamientos, T0, T1 y T2 respectivamente. Autoría propia.

Análisis de laboratorio

Los análisis de laboratorio se realizaron en Agrocalidad, agencia de regulación y control fito y zoonosanitario, en la parroquia de Tumbaco, cantón Quito, provincia de Pichincha.

Análisis de suelo

Se tomó una muestra de suelo de 1 kg de cada tratamiento, para ello con un barreno se tomó suelo a una profundidad de 20 cm, se colocó en fundas plásticas y se las identificó.

Análisis foliar

Se tomó una muestra de 500 g de hojas de la parte intermedia de la planta de cada tratamiento, se colocaron en fundas plásticas y se las identificó.

Análisis estadístico

Todo el análisis estadístico se lo realizó en el software R, un software estadístico de libre acceso, en él se caracterizó todas las variables evaluadas mediante una estadística descriptiva, también fueron sometidas a un análisis de varianza (ANOVA) y finalmente las medias de cada tratamiento fueron comparadas con la prueba de Tuckey al 5% para determinar el mejor tratamiento.

Análisis económico

Se realizó un análisis de presupuesto parcial propuesto por Perrín *et al.*, (1976), para ello se identificó el costo de todos los materiales, ingredientes y reactivos utilizados tanto para la elaboración del bokashi como para la producción de espirulina, se consideró también el beneficio bruto para lograr obtener el beneficio neto y así determinar cuál de los tratamientos es el mejor en cuanto a rentabilidad para el agricultor.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

Para llegar al análisis e interpretación de resultados los datos medidos se procesaron en el programa Rstudios, paquete Agricolae.

Altura de la planta y diámetro del tallo

Los siguientes resultados se obtuvieron a partir del análisis de los datos experimentales. Tanto la altura como el diámetro son variables cuantitativas de longitud.

Altura de la planta (cm)

Tabla 7

Medias de la altura (cm) de la planta, obtenidas en la octava semana

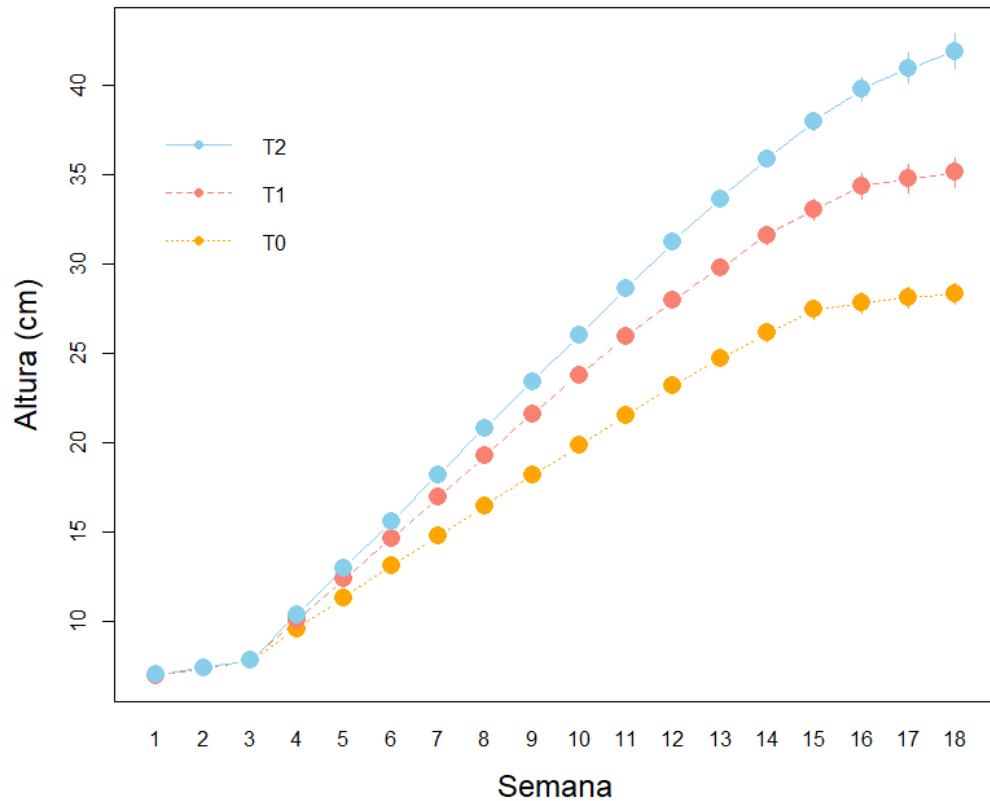
Tratamiento	Altura de la planta (cm)
T0	18.42 ± 7.95 a
T1	21.80 ± 10.34 b
T2	24.23 ± 12.38 c
LSD	3.61

Nota: Tukey 5%, los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Autoría propia.

Las medias de altura se calcularon mediante datos obtenidos una vez por semana consecutivamente, durante dieciocho semanas a partir del trasplante.

Figura 21

Curva de crecimiento de las plantas en altura (cm) según su tratamiento, en un lapso de 18 semanas



Nota. Representación gráfica de la altura (cm) alcanzada por las plantas de los distintos tratamientos. Autoría propia.

En un inicio, las plantas en general presentaron una altura promedio de 6.9 cm, con curvas de crecimiento que se diferencia desde la cuarta y quinta semana de desarrollo, llegando a la décimo octava semana con alturas estadísticamente diferentes entre tratamientos, siendo el T2 (espirulina) el que alcanzó la mayor altura media.

Diámetro del tallo (cm)

Tabla 8

Medias del diámetro (cm) del tallo, obtenidas en la octava semana

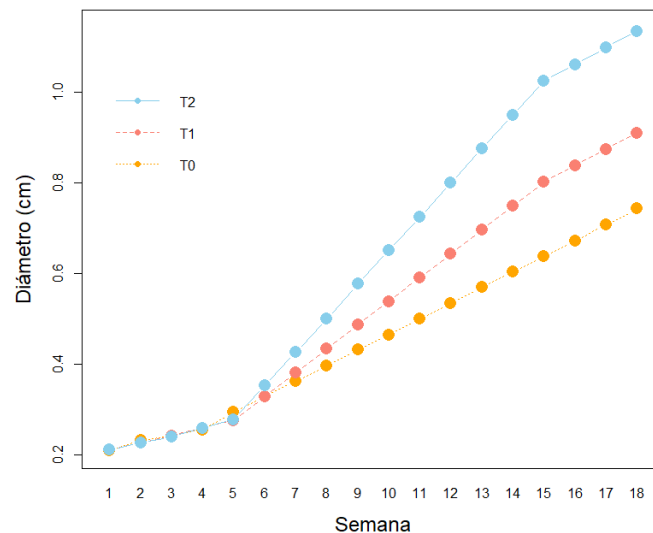
Tratamiento	Diámetro del tallo (cm)
T0	0.453 ± 0.173 a
T1	0.526 ± 0.239 b
T2	0.628 ± 0.329 c
LSD	0.034

Nota: Tukey 5%, los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Autoría propia.

El diámetro del tallo se midió y registró dieciocho veces, semanalmente, con el uso de un pie de rey digital milimétrico, con una precisión de dos decimales.

Figura 22

Curva de crecimiento del tallo en diámetro (cm) según su tratamiento, en un lapso de 18 semanas



Nota. Representación gráfica del diámetro del tallo (cm)

de las plantas de los distintos tratamientos. Autoría propia.

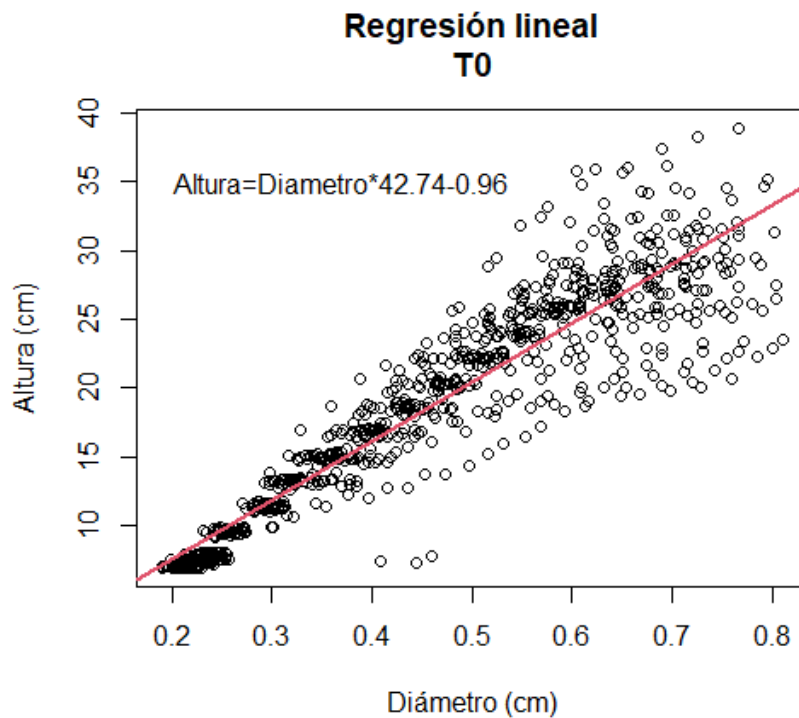
Inicialmente los tallos de las plántulas a fecha de trasplante presentaron un diámetro promedio de 0.21 cm, con curvas de crecimiento que se diferencia desde la séptima semana de desarrollo, llegando a la décimo octava semana con diámetros estadísticamente diferentes entre tratamientos, siendo el T2 (espirulina) el que alcanzó el tallo con mayor diámetro en promedio.

Correlación entre altura y diámetro

A medida que pasan los días, las plantas aumentan constantemente sus dimensiones, tanto en altura como en grosor del tallo, estas variables están estrechamente relacionadas.

Figura 23

Correlación entre la altura de la planta y diámetro del tallo, respecto al transcurso del tiempo desde el trasplante hasta la decimoctava semana, para el testigo (T0)

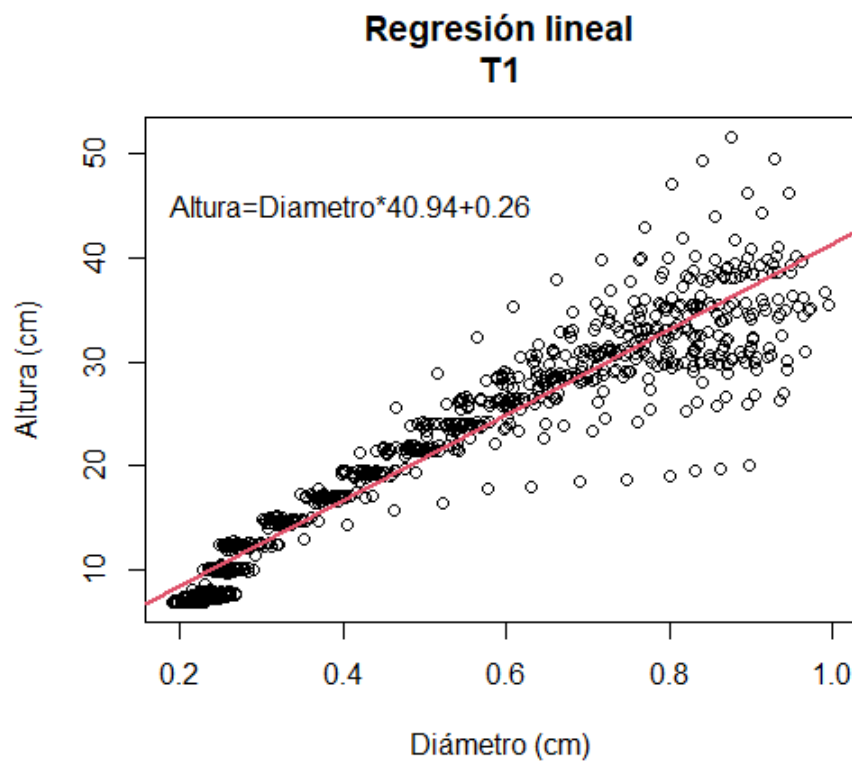


Nota. Regresión lineal de la altura de las plantas y diámetro de los tallos del T0. Autoría propia.

La regresión lineal para los datos de altura y diámetro de la planta del T0 arrojó un R-cuadrado ajustado de 0.864, obteniendo un modelo que predice adecuadamente los valores para un cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* var. *Cortés*) aplicando el manejo común del agricultor.

Figura 24

Correlación entre la altura de la planta y diámetro del tallo, respecto al transcurso del tiempo desde el trasplante hasta la decimoctava semana, para el tratamiento a base de bokashi (T1)

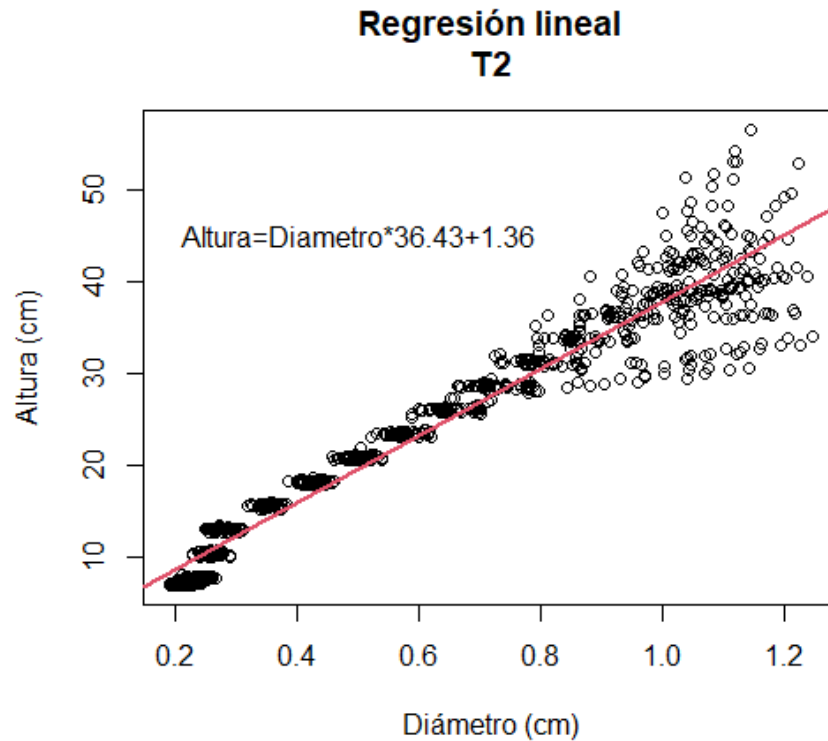


Nota. Regresión lineal de la altura de las plantas y diámetro de los tallos del T1. Autoría propia.

La regresión lineal para los datos de altura y diámetro de la planta del T1 arrojó un R-cuadrado ajustado de 0.899, obteniendo un modelo que predice adecuadamente los valores para el cultivo, aplicando una dosis de bokashi.

Figura 25

Correlación entre la altura de la planta y diámetro del tallo, respecto al transcurso del tiempo desde el trasplante hasta la decimoctava semana, para el tratamiento a base de espirulina (T2)



Nota. Regresión lineal de la altura de las plantas y diámetro de los tallos del T2. Autoría propia.

La regresión lineal para los datos de altura y diámetro de la planta del T2 arrojó un R-cuadrado ajustado de 0.936, dando como resultado el modelo con mayor valor predictivo respecto a los tratamientos T0 y T1, dado que los valores tienen una menor dispersión, siendo las plantas más uniformes del experimento.

Floración y número de frutos por planta

Las flores aparecen individualmente en cada nudo del tallo, una floración temprana asegura una alta cantidad de frutos en la cosecha y buen tamaño, además siendo ventajoso

desde el punto de vista de optimización del uso del suelo, en esta investigación se observó superioridad en cantidad y calidad de frutos en el tratamiento 2, en comparación con los otros tratamientos.

Floración

Tabla 9

Frecuencias de floración entre la octava y décima semana, según el tratamiento

Tratamiento	Semana de floración		
	8	9	10
T0	-	-	46 (100%)
T1	-	-	47 (100%)
T2	4 (8.9%)	41 (91.1%)	-

Nota: Aparecimiento de la floración en cada planta por tratamiento. Autoría propia.

Se considera que el cultivo ha iniciado su etapa de floración cuando al menos el 60% de las plantas presentan su primera flor, por lo tanto, el tratamiento a base de espirulina (T2) ha presentado 1 semana de anticipación en esta etapa fenológica, mientras que el tratamiento a base de bokashi (T1) no ha mostrado ninguna diferencia en el aparecimiento de la flor con respecto al testigo.

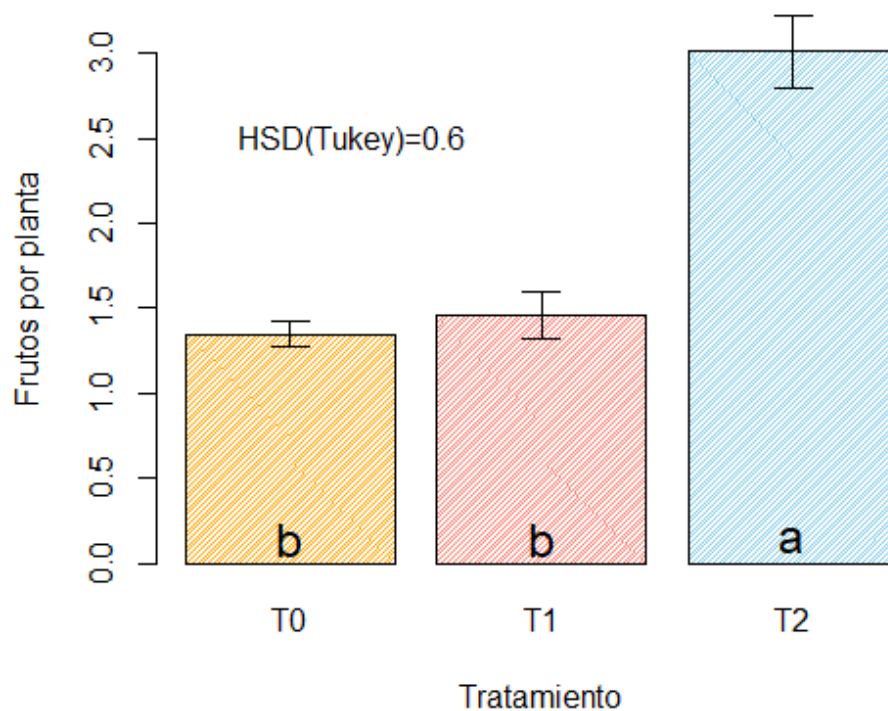
Frutos por planta

La cantidad de frutos que presenta la planta está determinada por una buena nutrición y la influencia de las condiciones climáticas. Esta variable se evaluó en los frutos que

presentaban las condiciones adecuadas para la cosecha, la recolección de datos se realizó en la misma fecha para todo el lote.

Figura 26

Representación en barras de la cantidad promedio de frutos por planta



Nota. Gráfico de barras de la cantidad promedio de frutos por planta.

Autoría propia.

Como se demuestra en el gráfico 6, el tratamiento 2 (Espirulina) es estadísticamente superior a los demás, con un promedio de 3 frutos por planta, frente a los 1.5 y 1.3 frutos promedio para T1 y T0 respectivamente, además no se encontró diferencias significativas entre estos dos tratamientos.

Longitud del fruto

Tabla 10

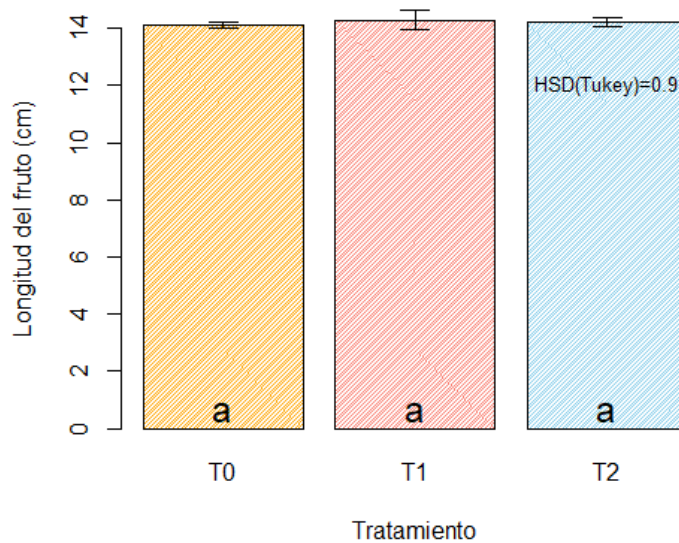
Medias de longitud (cm) del fruto obtenidas en la octava semana

Tratamiento	Longitud del fruto (cm)
T0	14.11 ± 0.19 A
T1	14.28 ± 0.68 A
T2	14.20 ± 0.32 A
LSD	0.89

Nota: Tukey 5%, los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Autoría propia.

Figura 27

Representación en barras, de la longitud promedio (cm) del fruto, por tratamientos, medido desde el hombro hasta el ápice



Nota. Gráfico de barras de la longitud promedio de frutos por planta. Autoría propia.

Los frutos presentaron una longitud uniforme en todo el lote con una media de 14 cm, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

Peso del fruto

Tabla 11

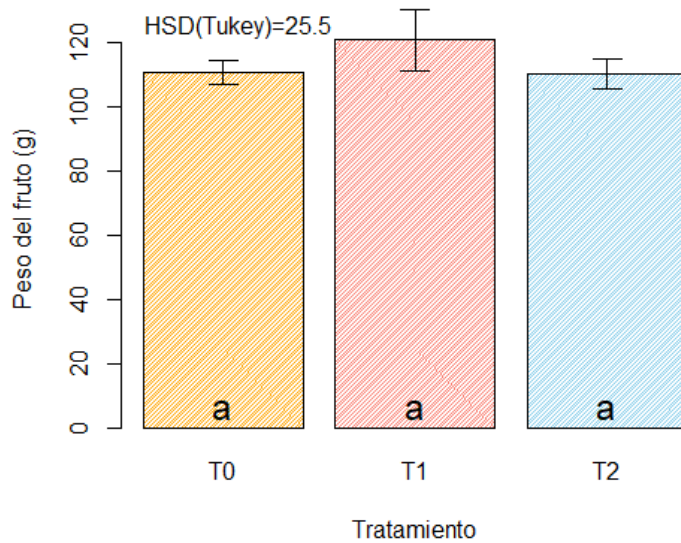
Peso (g) del fruto obtenidas en la octava semana, en una cosecha por tratamiento

Tratamiento	Peso del fruto (g)
T0	110.56 ± 7.73 a
T1	120.50 ± 18.81 a
T2	110.15 ± 9.29 a
LSD	25.49

Nota: Tukey 5%, los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Autoría propia.

Figura 28

Representación en barras del peso (g) promedio del fruto por tratamientos



Nota. Gráfico de barras del peso promedio de frutos por planta. Autoría propia.

Esta variable está directamente relacionada con la longitud del fruto (Figura 27), por lo tanto, el lote es estadísticamente homogéneo, sin diferencias significativas entre tratamientos.

Rendimiento por hectárea

Tabla 12

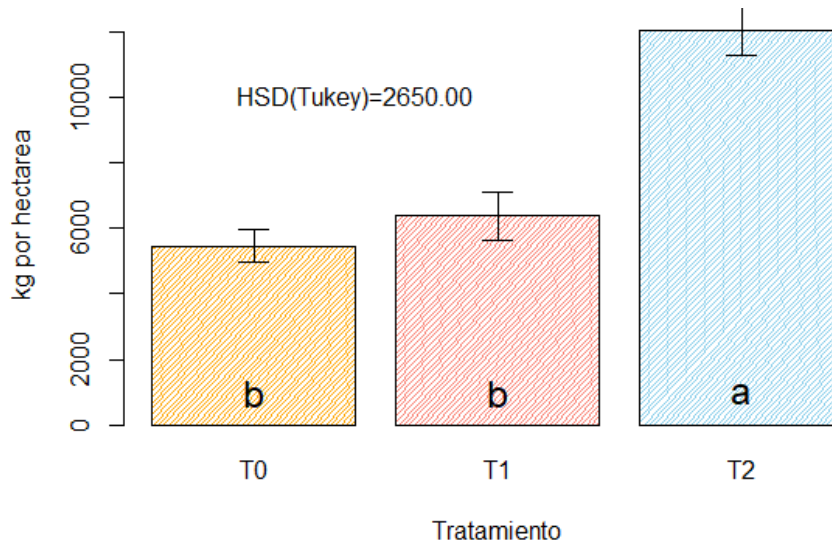
Rendimiento (kg/ha) estimado por tratamiento

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)
T0	5466.72 ± 986.06 b
T1	6381.25 ± 1460.94 b
T2	12048.15 ± 1516.09 a
LSD	2650.00

Nota: Tukey 5%, los tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes. Autoría propia.

Figura 29

Representación en barras del rendimiento por hectárea (kg/ha) por tratamientos, en base al número de frutos por planta, y el peso promedio del mismo, además de la densidad de siembra en tresbolillo.



Nota. Gráfico de barras de la longitud promedio de frutos. Autoría propia.

El tratamiento espirulina (T2) presentó superioridad en el rendimiento por hectárea frente a los demás tratamientos, las variables tanto en peso (g) como en longitud (cm) no fungen como un determinante en esta variable, sin embargo, la cantidad de frutos cosechados por tratamiento marcan una diferencia significativa, con una producción estimada de 15359.88 kg/ha para T2, superando en un 54.6 y 47% a los tratamientos T1 y T0 respectivamente.

Análisis económico

Para el análisis de presupuesto parcial propuesto por Perrín *et al.*, (1976), se consideró lo siguiente:

Tabla 13

Parámetros a considerar en el experimento

Número de plantas por tratamiento	48
Costo de cada planta	\$ 0.12
Costo de las plantas de cada tratamiento	\$ 5.76
Peso de la primera cosecha del T0	7.2 kg
Peso de la primera cosecha del T1	8.2 kg
Peso de la primera cosecha del T2	14.8 kg
Peso del bokashi utilizado para el T1	7.2 kg
Volumen de espirulina utilizado para el T2	4 L
Costo de elaboración de 1 kg de bokashi	\$ 0.22
Costo de elaboración de 1 L de espirulina	\$ 4.69
Costo del T1 (48 plantas + 7.2 kg de bokashi)	\$ 7.34
Costo del T2 (48 plantas + 4 L de espirulina)	\$ 24.52

Nota. Parámetros a considerar en el experimento. Autoría propia.

Tabla 14*Beneficio neto (\$) del T0, T1 y T2 del primer mes de producción*

Tratamiento	Rendimiento (kg/tratamiento)	Venta (\$/kg)	Beneficio Bruto (\$)	Costos Variables (\$)	Beneficio Neto (\$)
T0	7.2	3	21.6	5.76	15.84
T1	8.2	3	24.6	7.34	17.26
T2	14.8	3	44.4	24.52	19.88

Nota. Beneficio neto (\$) del T0, T1 y T2 del primer mes de producción. Autoría propia.

Tomando en cuenta que el ciclo del pimiento variedad híbrido Cortés es de 16 meses, ya que 4 meses corresponden al desarrollo del cultivo y 12 meses a la vida productiva, el cálculo de los costos variables (\$) considera: en el caso del T1 el costo de los 7.2 kg de bokashi, mientras que en el caso del T2 el costo de los 16 L de espirulina, en ambos casos se adiciona también el costo de las 48 plantas utilizadas en cada tratamiento.

Tabla 15*Beneficio neto (\$) del T0, T1 y T2 del ciclo completo del cultivo*

Tratamiento	Rendimiento (kg/tratamiento)	Venta (\$/kg)	Beneficio Bruto (\$)	Costos Variables (\$)	Beneficio Neto (\$)
T0	86.4	3	259.2	5.76	253.4
T1	98.4	3	295.2	7.34	287.9
T2	177.6	3	532.8	80.8	452

Nota. Beneficio neto (\$) del T0, T1 y T2 del ciclo completo del cultivo. Autoría propia.

La Tabla 13 y 14 muestran que el T2 se obtuvo el mayor beneficio neto con un total de \$452 por ciclo de producción, es decir al año, haciendo que la agricultora recupere por completo la inversión y además cuente con una ganancia muy significativa.

Tabla 16

*Variabes agronómicas evaluadas en la semana 18, en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) variedad Cortés*

Tratamiento	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Frutos por planta	Peso de los frutos (g)	Longitud de los frutos (cm)	Rendimiento (kg/ha)
T0	18,42 ± 7,95 c	0,453 ± 0,173 c	1.34 ± 0.15 b	110,56 ± 7,73 a	14,11 ± 0,19 a	5466.71 ± 986.06 b
T1	21,80 ± 10,34 b	0,526 ± 0,239 b	1.45 ± 0.28 b	120,50 ± 18,81 a	14,28 ± 0,68 a	6381.25 ± 1460.94 b
T2	24,23 ± 12,38 a	0,628 ± 0,329 a	3.01 ± 0.42 a	110,15 ± 9,29 a	14,20 ± 0,32 a	12048.15 ± 1516.09 a

Nota. Prueba de Tuckey al 5%, medias con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes. T1 = Bokashi y T2 = Espirulina. Autoría propia.

En base al análisis de los resultados en la presente investigación, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, dado que la calidad y productividad del cultivo de pimiento fue afectado positivamente por la aplicación foliar de espirulina, mejorando significativamente las variables agronómicas frente a los otros tratamientos, representando así una mejor rentabilidad.

Discusión

En base a los resultados obtenidos, el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* var. Cortés) obtuvo una respuesta acorde a los tratamientos evaluados en este ensayo. De acuerdo con, Battacharyya *et al.*, (2015), sostiene que los productos a base de “microalgas” como la Spirulina o Chlorella, provocan respuestas fisiológicas efectivas en las plantas, como promover el crecimiento de las plantas, mejorar la floración y el rendimiento, estimular la calidad y el valor nutricional del producto comestible y prolongar la vida útil. Además, el uso de diferentes tipos de extractos contribuye a la tolerancia de las plantas a muchos tipos de estrés abiótico, asimismo, Alemán (2005), en base a su estudio experimental, menciona que la implementación de bokashi en un cultivo no tiene influencia en el apareamiento de la fase de floración, sin embargo, por su carga nutritiva, este abono fermentado si permite un mejor desarrollo de la planta, obteniendo mejores características y un mayor rendimiento.

Ronga *et al.*, (2019) indica que se puede realizar aplicaciones de espirulina vía foliar, como enmienda al suelo, e incluso sobre la semilla, con el objetivo de aumentar el rendimiento del cultivo de pimiento, y que las aplicaciones foliares de espirulina están a la par en comparación a fertilizantes comerciales, además aplicaciones directas al suelo tienen efectos positivos en el crecimiento de las plantas.

El estrés abiótico representa un gran problema en los cultivos de pimiento, especialmente los climas fríos, de acuerdo con lo mencionado por, infoAgro (2018), el crecimiento se puede ver ralentizado, afectando directamente al apareamiento de brotes florales, además se puede observar un abortamiento de los frutos o en su defecto un crecimiento pobre del mismo. Las temperaturas en el barrio de Loreto descienden por debajo de los 8 grados Celsius durante la noche, debido a que es una zona alta, por lo cual es necesario tomar acciones preventivas y correctivas para evitar una producción de bajo rendimiento y mala calidad.

De acuerdo con el análisis económico al implementar una biofertilización foliar de espirulina en las plantas de pimiento variedad híbrido Cortés la agricultora obtendría hasta el doble de beneficio neto (\$) que implementando el uso de bokashi, por lo que la aplicación de espirulina en las plantas desde las primeras etapas del cultivo hará que la producción incremente considerablemente permitiendo obtener una mejor rentabilidad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Los tres tratamientos evaluados tuvieron un buen desempeño en la longitud y peso del fruto, ya que no hubo diferencias estadísticamente significativas, lo cual manifiesta una buena salud en general, baja incidencia de plagas y enfermedades.
- El tratamiento espirulina (T2) presentó adaptación superior, por su adecuada altura de planta, con una media de 24.23 cm, precocidad de floración, con una anticipación de una semana frente a los otros tratamientos, y mayor número de frutos, con un promedio de 3 frutos por planta, representando así un correcto desarrollo.
- Además, el tratamiento a base de espirulina obtuvo el mayor rendimiento, con 12048.15 kg/ha, superando a los 6381.25 y 5466.72 kg/ha, de los tratamientos T1 y T0 respectivamente.
- Respecto al análisis económico, el T2 reporta un beneficio neto de \$ 452 por ciclo de producción, es decir al año, superando al T1 y T0 y siendo el mejor tratamiento económicamente.

Recomendaciones

- Incluir la aplicación de espirulina en el plan de manejo orgánico del cultivo de pimiento, por su alto porcentaje de proteína y aminoácidos que se pueden transferir a la planta y por los beneficios evidenciados en la presente investigación.
- Ampliar las investigaciones con el uso de espirulina a fin de consolidar el proceso y uso adecuado.
- Realizar investigaciones en otros cultivos que producen los beneficiarios de Misión Social, a fin de apoyar el desarrollo de los sectores más vulnerables del cantón Rumiñahui.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía. (2014). *Análisis del origen de las importaciones de hortalizas protegidos a la UE: Pimiento*.
<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio/servlet/FrontController?action=DownloadS&table=11031&element=1249381&field=DOCUMENTO>
- Alemán, R. (2005). Bocashi, una alternativa para la nutrición de la habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp sub-sp *sesquipedalis* L.), variedad Cantón 1 en huertos populares. *Centro Agrícola*, 32, 71-76.
https://www.researchgate.net/publication/277004611_Bocashi_una_alternativa_para_la_nutricion_de_la_habichuela_Vigna_unguiculata_L_Walp_sub-sp_sesquipedalis_L_variedad_Canton_1_en_huertos_populares
- Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., & Prithviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 39-48.
<https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2015.09.012>
- Conti, M., & Masenga, V. (1977). Identification and Prevalence of Pepper Viruses in Northwest Italy. *Journal of Phytopathology*, 90(3), 212-222. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1977.tb03239.x>
- EcuRed. (2017). *Clasificación, taxonomía y requerimientos del pimiento (Capsicum annum L.)*.
<https://www.ecured.cu/Pimiento>
- FAO. (2007). Manual agropecuario: Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. *Hogares Juveniles Campesinos*, 26-44. https://agris.fao.org/agris-search/search.do?request_locale=es&recordID=DO2003101076&query=&sortField=&sortOrder=&agrovocString=&advQuery=¢erString=
- FAO. (2009). Growing vegetables for home and market. *Diversification booklet* , 11, 77.
<https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1379562/>

- FAO. (2011). Elaboración y uso del bocashi. *Ministerio de Agricultura y Ganadería*.
<https://www.fao.org/3/at788s/at788s.pdf>
- FAO. (2021). *Producción/Rendimiento de Chiles, Pimientos Picantes, Pimientos (Verdes) En Mundo*. <https://extension.psu.edu/produccion-de-pimiento>
- Fornaris, G. (2005). Conjunto tecnológico para la producción de pimientos tipos «cubanelle» y «campana». *Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico*.
<https://docplayer.es/21201563-Caracteristicas-de-la-planta-2-prof-guillermo-j-fornaris-3.html>
- Fundación de Desarrollo Agropecuario. (1994). El cultivo del pimentón dulce. En *Boletín técnico* (Vol. 20).
https://ageconsearch.umn.edu/search?ln=en&p=Fundaci%C3%B3n+de+desarrollo+agropecuario&f=&action_search=Search&sf=&so=d&rg=10
- Giaconi, M., & Escaff, G. (2004). Cultivo de hortalizas. *Editorial Universitaria.*, 15, 337.
<https://es.scribd.com/document/423276006/Cultivo-de-Hortalizas-Giaconi-y-Escaff#>
- Hull, R. (1969). *Alfalfa Mosaic Virus* (pp. 365-433). [https://doi.org/10.1016/S0065-3527\(08\)60880-5](https://doi.org/10.1016/S0065-3527(08)60880-5)
- infoAgro. (2018). *The pepper growing*. <https://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2013). *El Cultivo del Pimiento y el Clima en el Ecuador*.
<https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/EI%20%20cultivo%20del%20pimiento%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- Maroto, J. V., & Baixauli, C. (2017). Cultivos hortícolas al aire libre. *Cajamar Caja Rural*, 13, 519.
<https://www.publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/series-tematicas/agricultura/cultivos-horticolos-al-aire-libre-2.pdf>
- Moreno, E., Mora, R., Sánchez, F., & García, V. (2011). Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) cultivados en hidroponía. *SciELO: Serie horticultura*,

https://www.researchgate.net/publication/317444502_Fenologia_y_rendimiento_de_hibridos_de_pimiento_morron_Capsicum_annuum_L_cultivados_en_hidroponia

Nuez, F., Gil, R., & Costa, J. (1996). *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes* (Mundi-Prensa, Ed.; 2.ª ed.). World Wide Books. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=63331>

Papadaki, S., Kyriakopoulou, K., Tzovenis, I., & Krokida, M. (2017). Environmental impact of phycocyanin recovery from *Spirulina platensis* cyanobacterium. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 44, 217-223. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.02.014>

Rincón, L., Sáez, J., & Balsalobre, E. (1995). Crecimiento y absorción de nutrientes del pimiento grueso bajo invernadero. *Investigación Agraria*, 10, 47-58. <https://bibliotecas.uncuyo.edu.ar/explorador3/Record/OAGANASID068414>

Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E., & Tava, A. (2019). Microalgal biostimulants and biofertilisers in crop productions. *Agronomy*, 9(192), 4. <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/4/192>

Ruiz, J., Medina, G., González, I., Flores, H., Ramírez, G., Ortiz, C., Byerly, K., & Martínez, R. (2013). Requerimientos Agroecológicos de Cultivos. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*, 2(3). https://www.researchgate.net/profile/Jose-Ruiz-Corral/publication/343047223_REQUERIMIENTOS_AGROECOLOGICOS_DE_CULTIVOS_2da_Edicion/links/5f1310e04585151299a4c447/REQUERIMIENTOS-AGROECOLOGICOS-DE-CULTIVOS-2da-Edicion.pdf

Sharma, H. S. S., Fleming, C., Selby, C., Rao, J. R., & Martin, T. (2014). Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *Journal of Applied Phycology*, 26(1), 465-490. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-0101-9>

Traxco. (2016). *Cultivo de Pimiento*. <https://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/cultivo-de-pimiento#:~:text=Se%20recomienda%20un%20abonado%20de,mejoran%20el%20color%20del%20fruto>

Yuste, M. (2007). *Biblioteca de la agricultura*. Idea Books. <https://es.scribd.com/document/369568650/Plantas-Biblioteca-de-la-Agricultura-pdf#>