



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

Efecto de fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos sobre la germinación y desarrollo vegetativo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)

Hernández, D; Valdivia, A.

Tutor

Dr. Oscar Rafael Lanuza Lanuza

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL DE ESTELÍ

¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

**Centro Universitario Regional de Estelí
CUR-Estelí**

Recinto Universitario “Leonel Rugama Rugama”

Departamento Ciencias Tecnológicas y Salud

**Efecto de fertilizantes orgánicos y biofertilizantes
microbianos sobre la germinación y desarrollo vegetativo
del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)**

Trabajo de investigación para optar
al grado de Ingeniero Agrónomo

Autores

Dariana Valeska Hernández Fuentes

Alieska Marelys Valdivia Gonzales

Tutor

Dr. Oscar Rafael Lanuza Lanuza

1 de diciembre, 2025



Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía constante y mi fortaleza en cada etapa de este proceso. Por regalarme la sabiduría y la fuerza necesaria para avanzar aun en los momentos más difíciles. Gracias, señor por sostenerme siempre.

A mi padre Mauricio José Hernández Gutiérrez y mi madre Marlene del Carmen Fuentes Vílchez, a quienes dedico este logro con todo mi corazón. Han sido mi apoyo más firme, mi ejemplo y mi mayor bendición. Su amor, esfuerzo y sacrificio formaron en mí a una mujer con valores y principios; todo lo que he alcanzado es el fruto de lo que ustedes sembraron en mí. Este logro es de ustedes, los amo.

A mis hermanos, que ocupan un lugar especial en mi vida y que amo con todo mi corazón. Gracias por su cariño y por acompañarme siempre de una u otra forma a lo largo de este camino. Dariana Valeska Hernández Fuentes

A Dios, por concederme la fuerza y la sabiduría necesarias para superar cada etapa, por ser mi guía y mi fortaleza durante este difícil proceso, por sus bendiciones que hicieron posible este logro, por su gracia y presencia que han sido mi refugio en los peores y buenos momentos. Con gratitud por guiarme cada día y por estar presente en este camino

A mi madre, Wilnia Raquel Valdivia González, por su apoyo constante y por ser la que ilumina mi camino en cada paso. Su fortaleza, su perseverancia y su capacidad de sacrificio han sido la base sobre la que he construido mis logros; sin ella, no estaría donde estoy, ni sería la persona que soy. Gracias por enseñarme a perseverar, por creer incondicionalmente en mí y por amarme siempre incondicionalmente. A mi abuela María Enoe González, a mi segunda madre, gracias por estar siempre ahí, por creer en mí y por acompañarme en cada paso de este proyecto. Su apoyo constante me ayuda a ver con claridad cada avance y a celebrar juntos cada logro.

Alieska Marelys Valdivia Gonzales

Agradecimiento

A Dios nuestro creador, por darnos la capacidad e inteligencia, para culminar nuestros estudios universitarios, estando presente en todo momento.

Agradecemos a nuestro tutor de tesis, Dr. Oscar Rafael Lanuza Lanuza, por su esfuerzo, dedicación, conocimientos, paciencia y motivación que han sido fundamentales en este proceso.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

CENTRO UNIVERSITARIO REGIONAL, ESTELÍ
“2025: Eficiencia y Calidad para seguir en victorias”
Departamento de Ciencias de la Educación y Humanidades

CARTA AVAL DEL TUTOR

Estelí, 1 de diciembre de 2025

Por medio de la presente, en calidad de tutor del trabajo de modalidad de graduación titulado: **“Efecto de fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos sobre la germinación y desarrollo vegetativo del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)”**, elaborado por las estudiantes:

Dariana Valeska Hernández Fuentes

21-51460-2

Alieska Marelys Valdivia Gonzales

21-50907-0

Estudiante(s) de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, hago constar que he brindado acompañamiento académico y metodológico durante el desarrollo de dicho trabajo, cumpliendo con lo establecido en el cronograma y en la normativa institucional vigente. Asimismo, avalo que el trabajo cumple con los requisitos formales, científicos y éticos exigidos por la Universidad, en cumplimiento de la modalidad de graduación correspondiente.

Atentamente,

Oscar Rafael Lanuza Lanuza

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3652-700X>

UNAN-Managua/CUR-Estelí

CC/

Resumen

El presente estudio evaluó el efecto de diferentes fuentes de fertilización orgánica y química en la germinación y desarrollo vegetativo de (*C. sativus* L.) bajo condiciones controladas, como estrategias sostenibles frente al uso de fertilizantes químicos. En esta investigación aportó conocimientos sobre la respuesta positiva que obtuvo el cultivo del pepino con los tratamientos aplicados los cuales fueron Bokashi, té de lombrihumus, micorrizas líquidas y fertilizantes químicos (testigo). Se empleó un diseño experimental en bloques completos al azar (BCA), con los cuatro tratamientos y con tres repeticiones por tratamiento. Se registraron variables de germinación, velocidad de germinación, desarrollo vegetativo y floración. Los resultados mostraron que no hubo efecto significativo de los tratamientos en el porcentaje de germinación, ni sobre la velocidad de germinación, alcanzando todas las semillas el 100% al día ocho. En el desarrollo vegetativo si se observaron diferencias, en el número de hojas el té de lombrihumus fue significativamente mayor, en cuanto al diámetro del tallo y longitud de la guía, los tratamientos orgánicos y biofertilizantes microbianos mostraron un desempeño similar al fertilizante químico. En la floración también hubo diferencias significativas, el té de lombrihumus, micorrizas y testigo, presentaron mayor número de flores (2.4-3.0 por planta), mientras que bokashi registró menor floración. resultados similares se observaron tanto en flores femeninas como masculinas, donde bokashi mostró los valores más bajos. En conclusión, los fertilizantes orgánicos y biofertilizantes tienen un efecto similar y a veces superior al tratamiento químico convencional sobre el desarrollo vegetativo y floración de *C. sativus*.

Palabras claves: *Cucumis sativus*; Biofertilizantes; Fertilizantes;
Micorrizas

Abstract

This study evaluated the effect of different sources of organic and chemical fertilizers on the germination and vegetative development of (*C. sativus* L.) under controlled conditions, as sustainable strategies to the use of chemical fertilizers. This research provided insights into the positive response of cucumber cultivation to the treatments applied, which were Bokashi, worm castings tea, liquid mycorrhizae, and chemical fertilizers (control). A randomized complete block design (RCBD) was used, with four treatments and three replicates per treatment. Variables such as germination, germination rate, vegetative development, and flowering were recorded. The results showed that there was no significant effect of the treatments on the germination percentage or germination rate, with all seeds reaching 100% on day eight. Differences were observed in vegetative development: the number of leaves was significantly higher in the vermicompost tea treatment, while in terms of stem diameter and shoot length, the organic and microbial biofertilizer treatments performed similarly to the chemical fertilizer. There were also significant differences in flowering, with worm castings tea, mycorrhizae, and the control group showing a higher number of flowers (2.4-3.0 per plant), while bokashi recorded lower flowering. Similar results were observed in both female and male flowers, with bokashi showing the lowest values. It was concluded that organic fertilizers and biofertilizers have a similar and sometimes superior effect to conventional chemical treatment on the vegetative development and flowering of *C. sativus*.

Keywords: *Cucumis sativus*; Biofertilizers; Fertilizers; Micorrizas

Índice

1. Introducción	1
2. Antecedentes	3
3. Planteamiento del problema	6
4. Justificación	8
5. Objetivos de investigación	10
5.1 Objetivo general	10
5.2 Objetivos específicos	10
6. Limitaciones del estudio	11
7. Hipótesis	12
8. Operacionalización de variables	13
9. Marco Teórico	16
9.1. Fertilizantes orgánicos	16
9.1.1. Humus de lombriz	16
9.1.2. Bokashi	19
9.1.3. Biofertilizantes microbianos	22
9.2. Diferencias, ventajas y desventajas de los fertilizantes orgánicos y Biofertilizantes Microbianos	23
9.3. Origen y generalidades del <i>C. sativus</i>	25
9.3.1. Taxonomía	26
9.3.2. Morfología de la planta de <i>C. sativus</i>	26
9.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de <i>C. sativus</i>	27
9.4.1. Temperatura	27
9.4.2. Requerimientos edáficos	27
9.5. Manejo agronómico del cultivo de <i>C. sativus</i>	28
9.6. Germinación de semillas de <i>C. sativus</i>	28
9.6.1. Fisiología de la germinación en semillas	28
9.6.2. Factores que afectan la germinación de semillas de <i>C. sativus</i>	29
9.7. Efectos de los biofertilizantes microbianos y los fertilizantes orgánicos en la agricultura	32

9.8.	Influencia de los abonos orgánicos y microbianos en el crecimiento vegetativo de <i>C. sativus</i>	33
10.	Diseño metodológico	35
10.1.	Tipo de investigación	35
10.2.	Área y línea de investigación.....	35
10.3.	Población y selección de la muestra	37
10.4.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos.....	38
10.5.	Confiabilidad y validez de los instrumentos.....	39
10.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos	40
11.	Análisis y discusión de resultados	41
11.1.	Efecto de los fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos, en proceso de germinación de semillas de <i>C. sativus</i>	41
11.2.	Desarrollo vegetativo de plantas de <i>C. sativus</i> por efecto de los tratamientos	43
11.3.	Influencia de los tratamientos en la floración del cultivo de <i>C. sativus</i>	51
12.	Conclusiones	55
13.	Recomendaciones.....	56
14.	Referencias.....	57
15.	Anexos	66

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	13
Tabla 2. Dosis de lombrihumus aplicado en la agricultura.....	18
Tabla 3. Dosis de Bokashi en la agricultura.....	21
Tabla 4. Diferencia entre fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos	23
Tabla 5. Ventajas y desventajas de los fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos.....	24
Tabla 6. Requerimientos climáticos del cultivo de <i>C. sativus</i>	27
Tabla 7. Etapas fenológicas del cultivo de <i>C. sativus</i>	32

Índice de figura

Figura 1. Ubicación geográfica de la parcela experimental en el municipio Condega, Estelí, Nicaragua	36
Figura 2. Medidas del diseño del campo experimental	37
Figura 3. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje acumulado de semillas germinadas de <i>C. sativus</i>	42
Figura 4. Efecto de los tratamientos sobre la velocidad de germinación de semillas de <i>C. sativus</i>	42
Figura 5. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de germinación de semillas de <i>C. sativus</i>	43
Figura 6. Efecto de los tratamientos sobre el número de hojas de plantas de <i>C. sativus</i>	44
Figura 7. Efecto de los tratamientos sobre el grosor del tallo en plantas de <i>C. sativus</i>	45
Figura 8. Efecto de los tratamientos sobre el largo de la guía en plantas de <i>C. sativus</i>	46
Figura G. Efecto de los tratamientos sobre el peso seco total de las plantas de <i>C. sativus</i>	47
Figura 10. Efecto de los tratamientos sobre la fracción de masa de hoja en plantas de <i>C. sativus</i>	48
Figura 11. <i>Efecto de los tratamientos sobre la fracción de masa de tallo en plantas de <i>C. sativus</i></i>	49
Figura 12. Efecto de los tratamientos sobre la fracción de masa de raíz en plantas de <i>C. sativus</i>	51

Figura 13. Efecto de los tratamientos sobre el número de flores totales en plantas de C. sativus.....	52
Figura 14. Efecto de los tratamientos sobre el número de flores femeninas en plantas de C. sativus.....	53
Figura 15. Efecto de los tratamientos sobre el número de flores masculinas en plantas de C. sativus.....	54

1. Introducción

La agricultura ha sido desde tiempos antiguos una de las principales actividades humanas, responsable de garantizar la seguridad alimentaria, generar empleo y dinamizar las economías rurales. Dentro de este amplio sector, la producción de hortalizas ha cobrado especial relevancia en las últimas décadas, no solo por su aporte nutricional, sino también por ser una fuente importante de ingresos para pequeños y medianos productores.

La producción de hortalizas se ha convertido en los últimos años en una alternativa para mejorar la economía en familias productoras de la zona rural, en el grupo de las hortalizas el pepino es una de las más cultivadas por su rápida producción, tiene mayor resistencia a plagas, enfermedades y variaciones climáticas (Martínez & Castellón, 2018). Sin embargo, este cultivo puede verse afectado por diversas plagas y enfermedades como acaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*), la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), el trips (*Thrips tabaci*), así como enfermedades fúngicas como el mildiu y el oídio. Para su manejo, se han promovido prácticas ecológicas como el uso de extractos botánicos, control biológico con enemigos naturales y rotación de cultivos, en lugar del uso excesivo de pesticidas químicos (Casaca, 2005).

Además del control de plagas, otro aspecto clave en la producción del pepino es la fertilización. El uso de fertilizantes químicos ha sido una manera de obtener una producción con resultados a un plazo más corto, todo esto sin contar los problemas que puede generar su uso de manera excesiva, como el aumento de costos de producción, la disminución de absorción de nutrientes y, en el aspecto de relación suelo tiene muchos efectos negativos, ya que el suelo juega un papel fundamental como soporte y fuentes de nutrientes.

Ante los impactos negativos que genera el uso excesivo de fertilizantes químicos, en la actualidad, se está haciendo uso de la agricultura ecológica como una alternativa para disminuir el impacto negativo que ha provocado la agricultura convencional. Los materiales que se utilizan para la elaboración de abonos

orgánicos se pueden obtener a bajos costos porque se encuentran disponible en la naturaleza. Entre los abonos mayormente utilizados tenemos el bokashi. Sin embargo, aunque algunos autores no conciben los abonos orgánicos como fertilizantes, sino como mejoradores de la estructura del suelo. Pero se sabe que los abonos son ricos en minerales que la planta necesita, y que ayudan mucho a nutrir la misma (Peralta-Antonio et al., 2019).

Este estudio evalúa el efecto de diferentes fuentes de fertilización orgánica y química en la germinación y desarrollo vegetativo de *C. sativus* bajo condiciones controladas, como estrategias sostenibles frente al uso de fertilizantes químicos. El informe de la presente investigación sigue una secuencia lógica de apartados estructurados. En la primera parte se presentan la introducción, el planteamiento del problema, la justificación y los objetivos de la investigación. En la segunda parte el marco teórico, en la tercera el diseño metodológico. Finalmente, se presentarán los análisis y discusión de resultados, las conclusiones y recomendaciones.

2. Antecedentes

En los antecedentes internacionales, López-Morales et al., (2022) llevaron a cabo un estudio en Torreón, México, para evaluar el efecto de abonos orgánicos combinados con hongos micorrízicos en el pepino. Utilizaron seis tratamientos con mezclas de arena, estiércoles bovino, caprino y equino, compost y solución Steiner, con un diseño completamente al azar con seis repeticiones. Midieron variables como altura, diámetro del tallo, peso y calidad del fruto, usando análisis estadísticos. Los resultados mostraron diferencias significativas en todas las variables, destacando el tratamiento AEBE (arena, estiércol bovino y Eomic). Concluyeron que esta combinación mejora el rendimiento y la calidad nutricional del pepino, apoyando el uso de biofertilizantes orgánicos y microbianos como una alternativa sustentable en agricultura.

En Santiago de Cuba Rodríguez-Fernández & Girón-Acosta (2021), evaluaron el efecto de productos biológicos como Fitomas E, estiércol vacuno y lixiviado de humus de lombriz sobre el crecimiento y productividad del pepino. Tropical SS-5. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, totalizando 16 parcelas. Se midieron variables como altura de planta, número de frutos y peso de cosecha, con análisis de ANOVA y Tukey al 5%. Los resultados mostraron que los tratamientos orgánicos mejoran el desarrollo vegetativo y aumentan el rendimiento respecto al control. La conclusión fue que los abonos orgánicos y bioestimulantes pueden sustituir parcialmente a la fertilización química.

Muñiz Veliz (2023), desarrolló un estudio en la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador, para evaluar los beneficios del biol como abono orgánico en el cultivo de pepino. La metodología no detalló un diseño experimental específico, pero indicó la aplicación de diferentes dosis de biol (45, 90 y 135 L/ha) y explicó sus efectos fisiológicos: mejora del enraizamiento, expansión foliar, floración y vigor germinativo. La investigación identificó que el biol aporta vitaminas, aminoácidos y nutrientes esenciales como N, P, K, Ca, Mg, y Zn, altamente asimilables. Se concluye que el biol favorece significativamente el desarrollo

agronómico del pepino, mejorando la producción y reduciendo costos en comparación con fertilizantes químicos. Aunque no se precisan datos cuantitativos, el trabajo refuerza que el biol puede ser una herramienta clave en la nutrición del pepino.

Chusin Gray & Zambrano García (2023), realizaron una investigación en el Recinto El Moral, cantón La Maná, provincia de Cotopaxi (Ecuador), con el objetivo de evaluar la producción del pepino con diferentes abonos orgánicos y convencionales. El experimento tuvo una duración de 90 días y se evaluaron variables vegetativas y de rendimiento total (kg/ha). El mejor tratamiento fue el humus de lombriz, con un rendimiento acumulado de 16,775 kg/ha, un peso promedio por fruto de 0.77 kg y un total de 11.25 frutos por planta. Se realizó un análisis económico que demostró un beneficio neto de \$2,760 y una rentabilidad de 193%. Las conclusiones del estudio destacan la superioridad del humus frente a los tratamientos químicos por su eficacia económica y agronómica.

Acevedo (2020), en Guárico Venezuela, realizó un ensayo para evaluar la productividad del pepino con diferentes dosis de biol (2.5%, 5%, 10%, 15%), fertilización química y un testigo sin fertilizar. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y seis tratamientos. Se analizaron variables como diámetro, peso del fruto y producción total por parcela. Los tratamientos con biol al 10% y 15% tuvieron resultados similares a la fertilización química en peso (aproximadamente 316 g) y superaron al control. La producción máxima fue de 7.59 kg por parcela con biol al 10%, demostrando que este abono orgánico puede reducir el uso de químicos. La investigación confirma el potencial del biol para promover una agricultura más sostenible y se relaciona con nuestra tesis al evaluar fertilizantes orgánicos y químicos en campo abierto.

En los antecedentes nacionales, (Cajina Acevedo & Velásquez Meneses, 2017) realizaron un experimento en la Universidad Nacional Agraria para evaluar el efecto de dos tipos de fertilizantes orgánicos (humus de lombriz como edáfico y un biofertilizante foliar) sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de pepino. Se aplicó un diseño de bloques al azar con dos tratamientos y tres repeticiones y

se evaluaron 12 variables agronómicas. Los resultados muestran que el diámetro del fruto (5.40 cm) y en el número de plantas cosechadas (4,166 plantas/ha) incremento con los tratamientos. Este análisis concuerda con nuestra tesis ya que afirman que el uso de abonos orgánicos como el humus son eficaces técnica y económicamente en campo abierto.

Elizabeth Castillo (2015), analizaron los costos de producción del pepino bajo un sistema de túnel protegido en Nicaragua. Aunque el estudio no se centró directamente en los fertilizantes, proporciona datos, del pepino, mediante un análisis comparativo de costos e ingresos, se identificó que el sistema protegido, aunque requiere mayor inversión inicial (-25% más), incrementa el rendimiento hasta en un 40% y mejora la rentabilidad del productor. Se utilizaron registros contables, presupuestos parciales y análisis de costos unitarios. La rentabilidad superó en 30% al sistema tradicional de campo abierto. Aunque no se hace mención directa de fertilizantes orgánicos, el estudio complementa nuestra tesis ya que proporciona información útil para el análisis económico del sistema productivo, clave para determinar la viabilidad de la fertilización sostenible en campo abierto.

Luna Rosales & Urbina Bonilla (2018), desarrollaron un ensayo entre mayo y julio de 2016 en el campo experimental de la Universidad Nacional Agraria, con el fin de evaluar el rendimiento de cuatro variedades de pepino fertilizados con humus de lombriz. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de hojas, longitud de guías, diámetro y longitud del fruto, y rendimiento por hectárea. El análisis de varianza y la prueba de Tukey mostraron que la variedad Tropic alcanzó el mayor rendimiento (4,056.67 kg/ha), mientras que Dasher F2 destacó en longitud de guías. Aunque muchas variables no presentaron diferencias significativas, se concluyó que el humus favoreció el desarrollo del cultivo. Este estudio aporta datos varietales y reafirma la utilidad de la fertilización orgánica.

3. Planteamiento del problema

El cultivo de *C. sativus* posee una gran relevancia económica en Nicaragua, ya que constituye una fuente significativa de ingresos para numerosas familias rurales y contribuye al desarrollo agrícola de los municipios donde se produce. En el municipio de Condega, al igual que en otros municipios del país, la producción de pepino se realiza principalmente por pequeños y medianos agricultores que dependen del uso de fertilizantes químicos para garantizar un crecimiento adecuado de las plantas y rendimientos aceptables. Aunque estos insumos han demostrado ser efectivos en el aumento de la productividad, su aplicación excesiva conlleva altos costos de producción, riesgos para la salud del suelo y efectos negativos sobre la calidad de los frutos, lo que puede repercutir directamente en la economía de los productores y en la competitividad de sus cultivos. (Vázquez-Santiago et al., 2014).

En respuesta a estas problemáticas, ha surgido un creciente interés por parte de los agricultores y de la comunidad científica en el uso de fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos como alternativas sostenibles y económicamente viables (Peralta-Antonio et al., 2019). Estas alternativas tienen el potencial de mejorar la fertilidad del suelo, estimular el crecimiento de las plantas y contribuir a la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola. Sin embargo, la mayoría de los estudios existentes se han realizado bajo condiciones controladas o en laboratorios, y no reflejan necesariamente las condiciones reales de campo en Nicaragua, lo que limita la aplicabilidad de los resultados y deja un vacío de información para los productores.

Además, se desconoce si estos insumos pueden garantizar un desarrollo adecuado del pepino, mantener un rendimiento competitivo y asegurar la calidad del fruto en comparación con los fertilizantes químicos tradicionales (González-Fuentes et al., 2021).

Esta situación evidencia un problema claro: aunque los fertilizantes orgánicos y los biofertilizantes ofrecen ventajas potenciales, aún no se dispone de

información suficiente sobre su efectividad práctica en condiciones reales de producción de pepino en el municipio de Condega y en contextos similares del país. Esta falta de conocimiento dificulta que los agricultores tomen decisiones fundamentadas sobre la implementación de prácticas de fertilización más sostenibles, económicas y respetuosas con el medio ambiente.

Por lo tanto, el problema que motivó esta investigación se centra en determinar si los fertilizantes orgánicos y biofertilizantes líquidos pueden constituir alternativas efectivas a los fertilizantes químicos tradicionales, evaluando su impacto sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de *C. sativus* en condiciones de campo. La investigación busca llenar este vacío de información, generando evidencia científica que pueda apoyar la toma de decisiones de los agricultores, promover prácticas de manejo agrícola más sostenibles y contribuir a la producción eficiente y competitiva del pepino en la región.

1. ¿En qué medida los fertilizantes orgánicos y los biofertilizantes microbianos influyen en el proceso de germinación de las semillas de *C. sativus*?
2. ¿Qué diferencias se presentan en el desarrollo vegetativo de las plantas de *C. sativus* al aplicar fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos?
3. ¿De qué forma los fertilizantes orgánicos y los biofertilizantes microbianos afectan a la floración del cultivo de *C. sativus*?

4. Justificación

Esta investigación aportará conocimientos sobre la respuesta positiva que obtendrá el cultivo del pepino con los tratamientos aplicados, los cuales serán tratamiento convencional, tratamiento de fertilización orgánica con el bocashi y té de lombrices y tratamiento de biofertilización microbiana con micorrizas. Los resultados del estudio podrán aplicarse a otras regiones con condiciones similares y contribuirán a mejorar las metodologías para evaluar cultivos, integrando enfoques cualitativos y cuantitativos para una comprensión más completa de la agricultura familiar.

La presente investigación aborda el efecto de los fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos en el cultivo del *C. sativus* en el municipio de Condega, departamento de Estelí. Su importancia radica en la necesidad de encontrar alternativas sostenibles y económicas a los fertilizantes químicos convencionales, cuyo uso excesivo representa altos costos para los productores y puede afectar la calidad de los frutos, limitando la productividad y sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

El propósito de este estudio es evaluar de manera integral el efecto de diferentes fuentes de fertilización convencional, orgánica (Bokashi y té de lombriz) y biofertilizante microbiano (micorrizas) sobre la germinación, el crecimiento vegetativo y la producción de *C. sativus* bajo condiciones de campo controladas. Esto permitirá identificar estrategias de fertilización que optimicen la productividad del cultivo, reduzcan los costos de insumos y minimicen los impactos negativos sobre el suelo y el medio ambiente, ofreciendo información concreta y aplicable a los agricultores del municipio y a otras regiones con condiciones similares.

Además, la investigación tiene un aporte científico significativo, ya que genera evidencia sobre la efectividad de fertilizantes orgánicos y biofertilizantes en condiciones de campo reales, lo que contribuye al conocimiento sobre prácticas agrícolas sostenibles y al desarrollo de metodologías más eficientes para evaluar

cultivos. También tiene relevancia económica, al permitir a los productores adoptar prácticas que puedan mejorar el rendimiento de sus cultivos sin aumentar los costos de producción, y ambiental, al promover el uso de insumos que favorecen la salud del suelo y reducen la contaminación por fertilizantes químicos.

En síntesis, este estudio proporciona beneficios concretos para la agricultura familiar y la comunidad científica, al ofrecer información confiable sobre el manejo sostenible del cultivo de pepino, fortaleciendo la toma de decisiones basada en evidencia, mejorando la eficiencia de la producción y promoviendo prácticas agrícolas más responsables con el medio ambiente.

5. Objetivos de investigación

5.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes fuentes de fertilización orgánica y química en la germinación y crecimiento vegetativo de *C. sativus* bajo condiciones controladas, como estrategia sostenible frente al uso de fertilizantes químicos.

5.2 Objetivos específicos

5.2.1. Determinar el efecto de los fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos, en proceso de germinación de semillas de *C. sativus*.

5.2.1. Comparar el desarrollo vegetativo de plantas de *C. sativus* por efecto de los tratamientos.

5.2.1. Estimar la influencia de los tratamientos en la floración del cultivo de *C. sativus*.

6. Limitaciones del estudio

El presente estudio presenta algunas limitaciones que pueden influir en los resultados. Se realizó solo un ciclo del cultivo desde la siembra hasta la floración lo que no permitió observar el comportamiento del pepino y la efectividad de los tratamientos a lo largo de varios ciclos del cultivo. Además, las condiciones climáticas durante el estudio fueron variables con días muy soleados o lluviosos, lo que afectó de cierta manera al desarrollo vegetativo de las plantas y la eficacia de los tratamientos aplicados. A pesar de estas limitaciones, los resultados obtenidos permitieron identificar tendencias sobre los efectos de los fertilizantes y biofertilizantes en el desarrollo vegetativo del pepino, sirviendo como una base para futuras investigaciones y prácticas agrícolas sostenibles.

7. Hipótesis

Hi: La aplicación de Bokashi, mejora el crecimiento, el desarrollo vegetativo y la producción del *C. sativus*, superando al lombrihumus, el biofertilizante microbiano y al control químico.

Ho: Los tratamientos no tiene efecto en la germinación, desarrollo y rendimiento del cultivo de *C. sativus*.

8. Operacionalización de variables

Tabla 1.

Matriz de operacionalización de variables

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Indicadores	Instrumento o técnica	Fuente de datos
Estimar los efectos de los fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos en la germinación de semillas de <i>C. sativus</i> .	Germinación	La germinación es un proceso fisiológico que finaliza con la emergencia del embrión que está contenido en la semilla (Mayagüez, 2022).	Se evaluará mediante el conteo de semillas germinadas y el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la emergencia de la radícula.	<ul style="list-style-type: none"> - Número de semillas germinadas. - Número de días hasta la germinación. - Diferencia de días entre la primera y la última semilla germinada. 	Observación directa y fichas de campo	Datos primarios; Plantas de experimento de campo.

	Velocidad de germinación	La velocidad de germinación expresa el número de semillas germinadas por día (Casaca, 2005).	Se hará un conteo del número de flores por plantas en los diferentes tratamientos, tomando en cuenta los días de diferencia	-número de semillas germinadas por día	-fichas de campo	Datos primarios; Plantas de experimento de campo.
Comparar los efectos de los distintos tratamientos sobre el desarrollo vegetativo de plantas de pepino.	Desarrollo vegetativo	El desarrollo de la planta se define como una serie de eventos identificables que resultan en un cambio cualitativo (germinación, floración, etc.) o cuantitativo (número de hojas, número de flores, etc.) en la estructura de la planta (Dambreville et al., 2015).	Se medirá de manera periódica la altura de la planta, el número de hojas y el diámetro del tallo.	- Altura de la planta (cm). - Número de hojas por planta. - Diámetro del tallo (mm).	Observación directa y fichas de registro, cinta métrica.	Datos primarios; Plantas de experimento de campo.

Determinar la influencia de los tratamientos en la floración (número de flores femeninas y masculinas).	Floración.	La floración de las plantas es un proceso biológico complejo que implica la transición del crecimiento vegetativo al reproductivo(Wang et al., 2025).	Se realizará conteo directo del número de flores femeninas y masculinas presentes en cada planta durante el periodo del experimento.	- Número de flores femeninas por planta. - Número de flores masculinas por planta. -Número total de flores.	Observación directa y registro en hojas de campo	Experimento de campo.
---	------------	---	--	---	--	-----------------------

9. Marco Teórico

9.1. Fertilizantes orgánicos

Un fertilizante es todo lo que nutre o alimenta a la planta o al suelo es decir un “abono”. Existen abonos de origen orgánicos (estiércol, camas de animales, abonos verdes entre otros). Estos contienen diferentes principios activos, desde sales minerales, aminoácidos libres, quelatos orgánicos naturales, ácidos húmicos y fúlvicos, hormonas e inclusive microorganismos (Mamani de Marchese & Filippone, 2018).

Los residuos orgánicos para su utilización como fertilizantes agrícolas se pueden clasificar en varias categorías como: residuos orgánicos de origen animal (estiércol), compost (fuentes vegetales y residuos de alimentos) y residuos urbanos (lodos de aguas residuales y residuos domésticos). Estos desechos se procesan para optimizar su contenido de nutrientes y promover su valor agrícola para contribuir a una economía. En los fertilizantes orgánicos se destaca el compost, humus de lombriz (vermicompost) y Bokashi (término japonés que significa abono orgánico fermentado), los mismos que se describen a continuación (Garrido et al., 2018).

9.1.1. Humus de lombriz

El humus de lombriz o vermicompost es un fertilizante eficaz tanto para hortalizas, frutas y grandes cultivos. El vermicompost se obtiene a través de la ayuda de *Eisenia foetida*, también conocida como: “lombriz de tierra de compost”, “lombriz de tierra roja”, “lombriz roja” “lombriz de marca”. Esta especie de lombriz procesa más rápidamente grandes cantidades de residuos orgánicos biodegradables con la máxima productividad de humus natural (Ilie & Mihalache, 2019).

9.1.1.1. Propiedades físicas del lombrihumus

El humus es una materia orgánica granulosa inodora de color café oscuro; posee un pH neutro, lo que permite aplicar altas dosis sin correr el riesgo de quemar los cultivos (LA LOMBRICULTURA et al., 2013).

Mejora la estructura del suelo, el humus de lombriz es rico en sustancias húmicas, actúa como un agente aglutinante que promueve la formación de agregados estables en el suelo. Estos agregados mejoran la porosidad, la aeración y la infiltración del agua, creando un ambiente favorable para el desarrollo radicular en las plantas (Dominguez & Edwards, 2004).

Aumento de la capacidad de retención de agua: La materia orgánica y las sustancias húmicas presente en el humus actúan como esponjas, absorbiendo y reteniendo el agua en el suelo. Esto reduce la pérdida de agua por evaporación, especialmente en zonas áridas y aumenta la disponibilidad de agua para las plantas (Bravo Macay et al., 2021).

Disminución y compactación del suelo: La aplicación de humus de lombriz ayuda a reducir la compactación del suelo, mejorando su estructura y aumentando su porosidad. Esto facilita la penetración de raíces, la infiltración del agua y el intercambio gaseoso en el suelo (Intriago et al., 2024).

9.1.1.2 Propiedades químicas del lombrihumus

La composición química y calidad del humus de lombriz están en función del valor nutritivo de los desechos que consume una lombriz. Un manejo adecuado de los desechos, una mezcla bien equilibrada, permite obtener un material de buena calidad. La cantidad de nutrientes presentes en el humus de lombriz es muy variable (Rostrán Molina et al., 2003).

Aporte de nutrientes esenciales para las plantas: el humus de lombriz es rico en nutrientes esenciales para las plantas, contienen nitrógeno, fósforo, potasio, calcio magnesio y además micronutrientes, en formas fácilmente disponibles para su absorción (Aruquipa Alejo & Blanco Villacorta, 2021).

Mejora de la capacidad de intercambio catiónico (CIC): las sustancias húmicas presentes aumentan la CIC del suelo, lo que le permite retener y liberar nutrientes de manera más eficiente, mejorando la fertilidad de este (Intriago et al., 2024).

Regulación de pH del suelo: El humus de lombriz puede ayudar a regular el pH, amortiguando la acidez o la alcalinidad, creando un ambiente más favorable para el desarrollo de las plantas y la actividad microbiana (Intriago et al., 2024).

Usos y dosis en la agricultura

La aplicación puede realizarse de las siguientes maneras:

1. Durante la preparación del terreno
2. De forma conjunta con fertilizante
3. Se puede colocar con la semilla
4. Al momento de deshierba y aporque
5. En mezcla para el llenado de bolsas
6. En té

Es un material que puede ser aplicado en cultivos extensivos e intensivos (Rostrán Molina et al., 2003).

Dosis

Tabla 2.

Dosis de lombrihumus aplicado en la agricultura

<i>Vivero</i>	<i>225gr/kg</i>
<i>Hortalizas-trasplante</i>	<i>2.8 ton/mz, 120gr/planta</i>
<i>Hortalizas-directas</i>	<i>3.5 ton/mz, 120gr/planta</i>
<i>Granos básicos</i>	<i>2.8 ton/mz</i>
<i>Tabaco</i>	<i>2.8 ton/mz</i>

9.1.1.3. Té de lombrihumus o lombricompost

los abonos orgánicos como lombrihumus poseen grandes fuentes de vida bacteriana, que posibilitan la degradación de nutrientes que existen en el suelo, esto permite que las plantas asimilen los nutrientes de una mejor manera ayudando al óptimo desarrollo de los cultivos(Gevawer & Castillo, 2018).

Luego de la elaboración de un abono sólido, establecen tres pasos para la elaboración de un abono líquido: el primero es suspender un abono sólido en agua, posteriormente es someterlo a un proceso de filtrado, y finalmente dejarlo reposar por un determinado tiempo para la fermentación. De igual manera que un abono sólido, el abono líquido se compone de micronutrientes y principalmente de macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, cuyo porcentaje varía de acuerdo a la calidad de los materiales que se utilizan para su elaboración(Chávez, 2017)

9.1.2. Bokashi

La función principal del bokashi es de aumentar la cantidad de macroorganismos benéficos del suelo, enriquecer el suelo, proporcionándole los nutrientes perdidos por la erosión y la absorción de las plantas, estimular el crecimiento de las raíces y el follaje de la planta al ser asimilados los nutrientes por el suelo, aumentar la actividad microbiana, mejorar las condiciones físicas y químicas de este y prevenir enfermedades en los cultivos. Para producir bokashi de buena calidad es necesario: combinar diversos tipos de materia orgánica, controlar correctamente la temperatura, humedad y mantener un olor agradable de fermentación.

Es un método para el tratamiento de bio-residuos en general y de alimentos en particular, mediante la fermentación controlada el ácido láctico en condiciones anaeróbicas. El entorno ácido y anaeróbico suprime rápidamente en la viabilidad de los patógenos, por lo que incluso los residuos biológicos contaminados pueden reciclarse (Olle, 2021).

9.1.2.1. *Propiedades físicas del Bokashi*

El bokashi mejora la textura y la estructura del suelo mediante la formación de agregados específicos, lo que facilita una mejor textura y estructura. En suelos arcillosos, reduce la docilidad, mientras que en suelos arenosos aporta mayor cohesión y estabilidad superficial, además incrementa la permeabilidad y el drenaje al aumentar la infiltración de agua y estabilizar la aeración, favoreciendo la circulación del aire y un desarrollo radicular más eficiente. Este también incrementa la retención de agua disponible para las raíces, reduciendo las pérdidas por transpiración y promoviendo una mayor eficiencia hídrica (Rostrán Molina et al., 2016)

Porosidad: la presencia de poros pequeños (microporos), permite mayor retención de humedad, mientras que los poros grandes (macroporos) favorecen la evacuación de los excesos de agua, busca un equilibrio en la porosidad para evitar la muerte de la planta por exceso de agua. Si existe la acción contraria y hay poca retención de agua se afecta la actividad fisiológica de la planta (Ansorena, 2000).

Color: el bokashi por su color oscuro, absorbe más radiaciones solares, lo cual ayuda al suelo a ganar temperatura y absorber con más facilidad los nutrientes (Gómez, 2015).

Asimismo, el Bokashi ayuda a reducir la erosión hídrica y eólica al mejorar la estructura superficial y la adherencia de la materia orgánica, manteniendo la cobertura del suelo y minimizando la pérdida de suelo. Estas modificaciones físicas del perfil del suelo favorecen condiciones estables para el crecimiento de las plantas optimizando el uso de agua disponible y potenciando la salud radicular (Gamboa, 2023).

9.1.2.2. *Propiedades químicas del Bokashi*

El Bokashi aporta y libera macroelementos y microelementos (Mg, Fe, Zn, Cu, B) que son absorbidos por las raíces de las plantas y que son utilizados en el proceso de crecimiento vegetativo, también mejora las propiedades químicas del suelo, además, funciona como una fuente de energía para los microorganismos y favorece la reducción de las oscilaciones del pH, incrementando la capacidad de intercambio catiónico. también actúa como fuente de carbono para la microbiota, favoreciendo la formación de nutrientes disponibles para las plantas (Rostrán Molina et al., 2016).

9.1.2.3. *Usos y dosis en la agricultura*

Tabla 3.

Dosis de Bokashi en la agricultura

Cultivo	Dosis
Almácigo.	50% material
Vivero	2-5 LB/m ² ; 150-250gr
Hortalizas/ trasplante.	1 - 2 lb / Hoyo
Hortalizas/ directa	4 - 6 lb / m ²
Maíz	3 - 4 t/mz /año
Ornamentales	2- 5 lb/m ²
(Rostrán Molina et al., 2016)	

La recomendación general es aplicar un kilogramo de Bokashi por cada metro cuadrado de superficie, si es en bolsa se recomienda de 150 a 250gr, lo que

significa 10 toneladas por hectárea (Rostrán Molina et al., 2016; Agricultura, 2020).

- ✓ Su aplicación deberá ser 15 días antes de la siembra o trasplante.
- ✓ Se puede aplicar directamente en los surcos, camellones o camas ya sembradas, pero a una distancia de 15 cm de las plantas.
- ✓ Puede aplicarse a todos los cultivos.
- ✓ Si se quiere utilizar como fuente de sustrato para almácigo, se deberá utilizar un kilo de Bokashi en combinación con 10 kilos de otros ingredientes como tierra de monte, composta, vermicompost, etc.

9.1.3. Biofertilizantes microbianos

Los biofertilizantes o abonos biológicos están basados en microorganismos que promueven y benefician la nutrición y crecimiento de las plantas. Se trata del microorganismo del suelo, generalmente hongos y bacterias, que asocian de manera natural a las raíces de las plantas de unas formas más o menos íntima. Estos microorganismos pueden facilitar de manera directa o indirecta, la disponibilidad de determinados nutrientes tales como: nitrógeno, fósforo y agua, además de producir sustancias denominadas fitohormonas promotoras del crecimiento vegetal (Fernández & Rodríguez, 2005).

Actualmente, existe un aumento global en la demanda de biofertilizantes, lo que propicia que el mercado de biofertilizantes microbianos este creciendo cada año. Esto ha favorecido la investigación y el desarrollo en campos como los de la biotecnología, que abren futuras vías para la producción de biofertilizantes ecológicos y eficaces. Así pues, en los próximos años se perfila un futuro prometedor en el campo de la agricultura y las ciencias de la vida (Estévez Navarro, 2022).

Los microorganismos con efecto benéfico sobre las plantas tienen un potencial considerable como biofertilizantes y como agentes de biocontrol. Pueden distinguirse tres grandes grupos: fijadores de nitrógeno, hongos micorrízicos y promotores del crecimiento vegetal, entre los que encontramos

bacterias y hongos, a las bacterias se les conoce como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) (Rodríguez-Fernández & Girón-Acosta, 2021).

Es posible que el empleo de biofertilizantes microbianos a base de micorrizas y bacterias promotoras de crecimiento permitan que los cultivos persistan, se adapten e incrementen la productividad debido a la simbiosis, otorgándoles una serie de beneficios, tales como estimular la germinación de las semillas y el enraizamiento por la producción de reguladores del crecimiento (auxinas, citoquininas y sustancias similares a giberelinas) que participan en el desarrollo vegetal, proporcionando mayor y más eficiente captación de nutrimentos, destacándose entre ellos mayor adquisición de fósforo, debido a la acción que ejercen sobre los ciclos biogeoquímicos, tales como la fijación de N₂, la solubilización de elementos minerales o la mineralización de compuestos orgánicos (Villegas-Aparicio, 2018).

9.2. Diferencias, ventajas y desventajas de los fertilizantes orgánicos y Biofertilizantes Microbianos

Tabla 4.

Diferencia entre fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos

Diferencias	Fertilizantes Orgánicos	Biofertilizantes
Composición	Materia orgánica descompuesta	Microorganismos vivos
Mecanismo de acción	Proporcionan nutrientes de manera gradual a medida que se descomponen	Aumentan la disponibilidad de nutrientes mediante actividad microbiana
Modo de aplicación	Se pueden aplicar en cualquier momento, comúnmente antes de la siembra	Se aplican generalmente en el momento de la siembra o en cultivo activo

Efecto en el suelo	Tienen un efecto prolongado, liberando nutrientes lentamente	Actúan rápidamente al mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo
Tipo de ingredientes	Material orgánico en estado de descomposición	Microorganismos específicos (bacterias, hongos, etc.)
Nota: Adatado de Nostoc Biotechnologies, (2024) y Pediexpertos, (2023)		

Tabla 5.

Ventajas y desventajas de los fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos

Aspectos	Fertilizantes orgánicos	Biofertilizantes
Ventajas	- Mejoran la estructura del suelo	- Mejoran la disponibilidad de nutrientes en el suelo
	- Liberan nutrientes lentamente, proporcionando una fertilización sostenida	- Reducen el uso de fertilizantes químicos
	- Son biodegradables y menos contaminantes	- Reposición natural del microbiota del suelo
	- Aportan materia orgánica y mejoran la fertilidad del suelo	- Pueden reducir costos a largo plazo
Desventajas	- Pueden tardar más en liberar nutrientes	- Requieren condiciones específicas para su eficacia
	- Su aplicación puede ser	- La efectividad puede variar

	menos precisa y controlada	según el microorganismo y las condiciones del suelo
	- Riesgo de contaminación si no se manejan adecuadamente	- Necesitan tiempo para establecerse y mostrar resultados
	- Puede ser difícil de transportar y almacenar	- Costos iniciales más altos en algunos casos
Adatado de Pediexpertos, (2023).		

9.3. Origen y generalidades del *C. sativus*

El pepino es una hortaliza originaria de la india, donde se cultiva desde hace más de 3,000 años. Con el paso del tiempo su cultivo se extendió posteriormente hacia el norte de Grecia e Italia, hasta finalmente llegar a china. Su introducción al resto de los países europeos probablemente se debió a los romanos quienes eran grandes consumidores de pepino y lo fueron introduciendo a medida que avanzaban sus conquistan (Díaz Ayala, 2017).

Se trata de una hortaliza perteneciente a la familia de las cucurbitáceas, es de tipo fanerógamas debido a que su reproducción es por semillas. Es una planta perteneciente a las angiospermas, posee un gineceo con ovario y estigma, las semillas se encuentran en el fruto. Este cultivo se ha extendido alrededor del mundo y es una de las hortalizas más nutritivas de la dieta de los humanos, ya que se puede consumir cuando aún no está maduro porque pierde su suavidad al madurar (Díaz Ayala, 2017).

Comer un pepino es como beber un vaso de agua, el 96% de su peso es agua y el 4% de materia sólida y tiene un alto valor nutricional, aunque la cantidad del alimento es rica en fuentes de minerales, proteínas y vitaminas. Se puede consumir como alimento fresco o alimento industrial (Díaz Ayala, 2017).

9.3.1. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Género: Cucumis

Especie: *Cucumis sativus* L.

9.3.2. Morfología de la planta de *C. sativus*

Sistema radicular: Es muy importante, dada la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello (*Cultivo Del Pepino*, n.d.).

Tallo principal: Anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. Hoja de largo peciolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino (*Cultivo Del Pepino*, n.d.).

Flor: De corto pedúnculo y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las primeras axilas de las hojas, los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentaban flores masculinas y femeninas y en la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir, solo poseen flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ínfero (*Cultivo Del Pepino*, n.d.).

Fruto: Áspero o liso dependiendo de la variedad, que cambia desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando es totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en si

interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento (Casaca, 2005).

9.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de *C. sativus*

9.4.1. Temperatura

La temperatura ideal para el cultivo es entre 25-30°C, pero como temperaturas diurnas, así mismo las temperaturas nocturnas por debajo de 12°C, afectan a la producción y desarrollo del cultivo, en la (tabla 6) se indican las temperaturas requeridas por etapa fenológica. La humedad relativa óptima para el día oscila entre los 60-70% y durante la noche entre 70-90%. En cuanto a las lluvias están son problemáticas en este cultivo cuando hay falta de ventilación y temperatura no adecuada (ECHO, 2023).

Tabla 6.

Requerimientos climáticos del cultivo de C. sativus

Etapa de desarrollo	Día temperatura (°C)	Noche temperatura (°C)
Germinación	27	27
Formación de la planta	21	19
Desarrollo del fruto	19	16
Nota: Adaptado de Alvarado Lancheros et al., (2013).		

9.4.2. Requerimientos edáficos

C. sativus, se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1,200 m s.n.m. Se puede cultivar en una amplia gama de suelos fértiles y bien drenados; desde los arenosos hasta los franco-arcillosos como es en nuestro caso, aunque en los suelos francos que poseen abundante materia orgánica son los ideales para su desarrollo. Se debe contar con una profundidad efectiva de 60cm que facilite la retención del

agua y el crecimiento del sistema radicular para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos. En cuanto al pH, el cultivo se desarrolla adecuadamente en un rango de 5.5 a 6.8, aunque puede tolerar valores de hasta 7.5, sin embargo, es importante evitar los suelos ácidos con un pH inferior a 5.5 ya que puede afectar su crecimiento y rendimiento (Díaz Ayala, 2017).

9.5. Manejo agronómico del cultivo de *C. sativus*

Se debe seleccionar un terreno, de preferencia plano, que disponga de agua para riego si se desea una producción continua una vez seleccionado, se procede a tomar muestras de suelo para su respectivo análisis, inclusive se hace necesario un análisis fitopatológico y nematodos del suelo, hay que recordar que el pepino es bien susceptible a nematodos y hongos y por lo tanto debemos de prevenir cualquier tipo de problemas antes de sembrar (Arias, 2007).

La preparación de suelos se debe hacer como mínimo a una profundidad de 30-40cm, primero arando y luego rastreando hasta dejarlo bien mullido, dependiendo del tipo de suelo y como se ha utilizado. Si existe pie de arado o capa impermeable se debe subsolar a una profundidad de 50-70cm (Arias, 2007). Esto ayudara mucho con el drenaje del terreno, así como la aireación, propiedades físicas del suelo y espacio para el desarrollo pleno de las raíces; seguidamente se debe levantar camas entre 20-30cm de altura y deshacer los terrones grandes. Si el pH del suelo es menor a 5.5 se recomienda aplicar cal e incorporar la misma al terreno a una profundidad de 25-30cm (Blandón Chavarría et al., 2014).

9.6. Germinación de semillas de *C. sativus*

9.6.1. Fisiología de la germinación en semillas

La germinación comienza cuando las semillas secas absorben agua en un proceso trifásico, que incluye una rápida absorción inicial, es una fase de meseta y un nuevo aumento en la absorción asociado al crecimiento del embrión o radícula. La primera fase rápida, provoca cambios en las membranas y en la pérdida de compuestos inhibidores y metabolitos, iniciando actividad metabólica (Matilla, 2008). Al entrar en contacto con el agua, la semilla reanuda rápidamente

su metabolismo, produciendo ATP, y comienza la respiración, que inicialmente puede ser anaerobia debido a la falta de oxígeno, pero va a ser más aerobia a medida que la radícula atraviesa las capas externas (Matilla, 2008).

Las semillas en dormición solo atraviesan las primeras fases de imbibición, sin iniciar completamente la germinación. La imbibición es crucial para activar procesos bioquímicos y metabolismo necesario para el crecimiento, además de promover las síntesis de proteínas y enzimas mediante ribosomas almacenados. La acción hormonal, regulada por fitohormonas que se transforman en formas activas, también se inicia en esta etapa, favoreciendo finalmente la emergencia de la plántula (Matilla, 2008).

9.6.2. Factores que afectan la germinación de semillas de *C. sativus*

9.6.2.1. Madurez de la semilla

Una semilla madura ha alcanzado su desarrollo completo tanto morfológico como fisiológico. La madurez morfológica se logra cuando las estructuras están completas, especialmente cuando el embrión alcanza su máximo desarrollo. Sin embargo, muchas semillas, aunque morfológicamente maduras, pueden no ser fisiológicamente maduras, necesitando transformaciones hormonales para germinar. Generalmente, en plantas cultivadas la madurez morfológica coincide con la fisiológica, permitiendo que germinen en condiciones adecuadas

9.6.2.2. Viabilidad de la semilla

La viabilidad de un lote de semillas hace referencia a su capacidad de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables para evaluar y cuantificar la viabilidad se pueden realizar diferentes tipos de prueba, entre los que destacan:

Ensayos de germinación

Sí una semilla es viable, y no presenta dormición, germinara cuando se ponga en las condiciones adecuadas de humedad, luz y temperatura. Por ello se

acepta que la capacidad germinativa de un lote de semillas es un reflejo directo de su viabilidad. Para la realización de este tipo de ensayos, las semillas se disponen sobre papel filtro humedecido con agua destilada, en placas Petri; incubándose, en cámaras de germinación con control de temperatura e iluminación. La emergencia de la radícula es el criterio que se suele utilizar para determinar si una semilla ha germinado, expresándose los resultados obtenidos como porcentaje de semillas germinadas o de viabilidad (García & Villamil, 2001).

Ensayos topográficos al tetrazolio

Este ensayo es especialmente indicado para conocer la viabilidad de semillas que presentan dormición o con una velocidad de germinación muy baja. El ensayo al tetrazolio presenta las ventajas de que puede realizarse rápidamente y no requiere un equipamiento muy sofisticado (García & Villamil, 2001). El ensayo se basa en que una vez que los diferentes tejidos de la semilla se han hidratado, en el embrión se activan rutas metabólicas, en las que muchas de las reacciones químicas empleadas son reacciones de oxidación. Es estas reacciones se liberan electrones capaces de reducir a ciertas sustancias químicas. Este hecho puede ser utilizado para estimar el grado de actividad metabólica de los tejidos embrionarios y por tanto de su viabilidad (García & Villamil, 2001).

Radiografía con rayos X

Es un ensayo y no destructivo que se suele emplear para evaluar la viabilidad de semillas de especies forestales. Presenta el inconveniente de que es necesario un equipamiento costoso para su realización. En las radiografías que se obtienen se pueden diferenciar entre semillas sin embriones (semillas vanas), de las que tienen un embrión bien formado, así como distinguir si en el embrión existen malformaciones o algún tipo de daños ya sea mecánicos o por insectos (García & Villamil, 2001).

9.6.2.3. Humedad

Esta es una planta con elevados requerimientos de humedad, siendo la humedad relativa optima durante el día 60 a 70% y durante la noche 70 a 90%

(USAID, 2007). Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción al disminuir la transpiración y por ende la fotosíntesis con humedad ambiental más alta del 90%, la atmósfera está saturada de vapor de agua lo que es conducido para desarrollar enfermedades fungosas además un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie (Blandón Chavarría et al., 2014).

9.6.2.4. Temperatura

El pepino requiere de una temperatura que durante el día oscilen entre 20°C y 30°C, apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25°C, mayor es la producción precoz. Por encima de los 30°C se observan desequilibrios en las plantas y temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17°C ocasionan malformaciones en hojas y frutos (Silva Torres, 2015).

9.6.2.5. Aireación

Un buen intercambio de gases entre el medio de germinación y el embrión es básico para una germinación rápida y uniforme. El oxígeno es esencial para el proceso de respiración de las semillas en germinación (INFOAGRO, 2016).

9.6.2.6. Luz

La luz es un estímulo potencial para la germinación que algunos cultivos necesitan para que esta comience. Algunos cultivos que necesitan luz para germinar incluyen la lechuga, el apio, el eneldo y la cebolla (ECHO, 2023). La mayoría de los cultivos no necesitan la luz para germinar, pero todos necesitan luz para que los brotes alcancen la elongación apropiada después de la germinación. Cuando las plantas se siembran en zonas con poca luz, se vuelven alargadas y delgadas (altas y con pocas hojas) porque buscan la luz. Esto estresa el cultivo y produce una estructura más débil del tallo.

Para impulsar la germinación y un crecimiento sano, las semillas de hortalizas deben iniciarse en un contexto de vivero con luz moderada y luego

trasladarse a pleno sol. Los cultivos de cereales y leguminosas deben sembrarse directamente en zonas a pleno sol (ECHO, 2023). El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas. A mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción (SAG, 2005).

9.6.2.7. Desarrollo vegetativo

El ciclo del pepino es corto y puede variar dependiendo de las condiciones edafoclimáticas, variedad y manejo (*Cultivo Del Pepino*, n.d.).

Tabla 7.
Etapas fenológicas del cultivo de C. sativus

Estado fenológico	Días después de la siembra
Emergencia	4-6
Inicio de emisión de guías	15-24
Floración	27-34
Inicio de cosecha	43-50
Fin de cosecha	75-90

9.7. Efectos de los biofertilizantes microbianos y los fertilizantes orgánicos en la agricultura

El uso de abonos orgánicos junto con los hongos micorrízicos, son una alternativa para la recuperación de los suelos y optimizar la calidad de los alimentos, debido a que ayudan a mejorar la absorción de nutrientes que conlleva a la obtención de alimentos libres de agroquímicos (López-Morales et al., 2022). Este brinda beneficios al ser aplicado, estimula un mejor desarrollo radicular, generan plantas vigorosas, que no se enferman fácilmente, los suelos conservan la humedad y amortiguan mejor los cambios de temperatura, economizado (Villafuerte et al., 2023).

El humus que producen las lombrices es químicamente estable y es el resultado final de la descomposición de materia orgánica, actúa como un excelente fertilizante que mejora las características físico-químicas del suelo, balancea los macros y micro nutrientes tornándolos fácilmente asimilables por las raíces (Villafuerte et al., 2023). El humus de lombriz o compost tiene dos propiedades, actúa como fertilizante al aportar a la planta los nutrientes mayores (N,P,K,Ca), los menores (Mg, Fe, Cu, Zn, B) y además es un magnífico regenerador y corrector del suelo debido al elevado contenido de bacterias (Villafuerte et al., 2023).

Los HMA (Hongos Micorrízicos Arbusculares) ayudan a incrementar el intercambio de agua y nutrientes de las plantas y por lo tanto, tiene efectos positivos en el crecimiento y nutrición de las plantas, en especial en los suelos deficientes de fósforos, además, aumentan significativamente los rendimientos de los cultivos al tiempo que reducen la cantidad de fertilizantes sintéticos y mejoran la resistencia a los insectos de los cultivos (Rodríguez-Gómez-Tagle et al., 2024).

Las plantas y los HMA, han desarrollado estrategias para la obtención de nutrientes de los suelos, el cual se da a través de la colonización de las raíces por los HMA y crea una vía de absorción de nutrientes, además de la vía directa de absorción a través de los pelos de las raíces. Por lo que el uso de estos microorganismos es una alternativa para mejorar la nutrición de los cultivos especialmente en sistemas agrícolas de subsistencia o de bajo insumos (López-Morales et al., 2022).

9.8. Influencia de los abonos orgánicos y microbianos en el crecimiento vegetativo de *C. sativus*

El Bokashi al estar compuesto por materiales orgánico-fermentados, libera nitrógeno, fósforo y potasio, esto favorece al crecimiento sostenido de la parte de la planta también mejora la estructura del suelo y el lixiviado de lombriz al contener enzimas, bacterias benéficas y micronutrientes, estimulan la división celular, la elongación en los tallos y un buen desarrollo foliar. Además, mejora la

capacidad fotosintética gracias al aumento del contenido de clorofila en las hojas (Mendivil-Lugo et al., 2020).

Los biofertilizantes además de formar simbiosis con las raíces aumentan considerablemente la absorción de fósforo, zinc y otros nutrientes. por lo tanto, se obtienen raíces más extensas y eficientes, lo que a su vez nos permite obtener una mayor captación de agua y nutrientes en el suelo. También nos permite observar efectos visibles en el desarrollo vegetativo, plantas más vigorosas, hojas de mayor tamaño y color verde intenso, mayor número de hojas, crecimiento uniforme y reducción de síntomas de deficiencias nutricionales (La tanina, 2022)

Para evaluar el efecto de los biofertilizantes microbianos y los fertilizantes orgánicos en el desarrollo vegetativo del cultivo del pepino, se realizarán monitoreos morfológicos durante todo el ciclo de vida de este, las variables morfológicas serán: largo de la guía , número de hojas y diámetro del tallo, las mediciones las llevaremos a cabo al final de la siembra y las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos y los biofertilizantes microbianos se realizaron semanalmente, los datos recolectados nos permitieron comparar el comportamiento de las plantas según los tratamientos aplicados.

10. Diseño metodológico

10.1. Tipo de investigación

Por el método de investigación el presente estudio es experimental puro ya que consiste en manipular tratamientos (fertilizantes orgánicos, biofertilizantes microbianos y un control químico), para analizar su efecto sobre la germinación, desarrollo y rendimiento del cultivo de pepino (Hernández-Sampieri, 2006). Según el nivel de profundidad del conocimiento, el tipo de estudio es explicativo porque busca identificar las causas de las variaciones de un fenómeno (la germinación, el crecimiento, la floración y el rendimiento, etc.), explicar por qué ocurre y en qué condiciones experimentales se produce con mayor intensidad (Hernández-Sampieri, 2018). Este enfoque permite observar y registrar cómo varían dichas variables en relación con los fertilizantes, proporcionando una descripción clara y precisa del fenómeno en estudio para comprender mejor su comportamiento.

De acuerdo con el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es prospectivo y según el período y secuencia del estudio es transversal o transversal (Pineda et al., 1994). De acuerdo con el alcance de los resultados el estudio es analítico (Pineda et al., 1994). En cuanto al enfoque filosófico, por el uso de los instrumentos de recolección de la información, análisis y vinculación de datos, el presente estudio se fundamenta en la integración sistémica de los métodos y técnicas cuantitativas de investigación (Hernández Sampieri, 2006).

10.2. Área y línea de investigación

De acuerdo con la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación (CINE), la presente investigación Campo amplio: 08 Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria; Campo específico: 081 Agricultura y en el Campo detallado: 0811 Producción agrícola y ganadera. En conformidad con las líneas de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua), esta investigación se ubica en el área de conocimiento de Ciencias agropecuarias, en la

LÍNEA CAG-1: SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA y SUB-LÍNEA CAG-1.1: SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.

Por su área geográfica, la experimentación se llevó a cabo en el municipio de Condega departamento de Estelí. El municipio de Condega se encuentra a 185 kilómetros de la ciudad de Managua, con sus coordenadas de 13°21'37"N 86°23'38"W 542 m. Limita al norte con los municipios de Palacagüina y Telpaneca, al sur con Estelí, al este con San Sebastián de Yalí y al oeste con San Juan de Limay y Pueblo Nuevo (Nicaragua, n.d.). La extensión territorial es de 398 km², con una altitud de 560.91 metros sobre el nivel del mar. La actividad económica fundamental del municipio es la producción agrícola con cultivos de tabaco, maíz, frijoles y café, además de hortalizas y la ganadería (Nicaragua, n.d.).

Figura 1.

Ubicación geográfica de la parcela experimental en el municipio Condega, Estelí, Nicaragua



10.3. Población y selección de la muestra

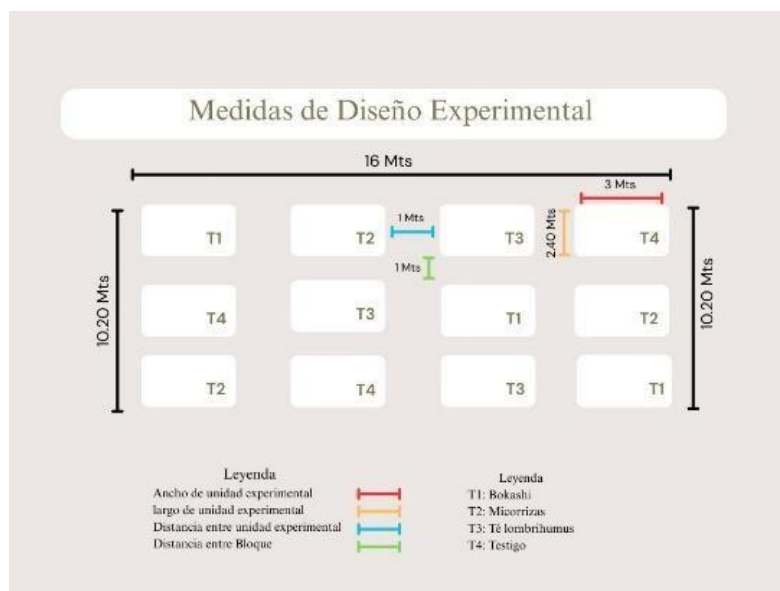
El diseño experimental del presente estudio es de tipo bloques completos al azar (BCA), ya que permite controlar la variabilidad natural del terreno bajo condiciones de campo, donde todos los tratamientos estarán contenidos en cada uno de los bloques, cuyo modelo aditivo lineal es:

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde μ corresponde a la media general, τ_i es el efecto del i -ésimo tratamiento, β_j es el efecto del j -ésimo bloque ($j=1, \dots, b$) y ε_{ij} es el error aleatorio asociado a la observación Y_{ij} . Comúnmente se asume que los términos de error se asumen normalmente distribuidos con esperanza cero y una varianza común σ^2 . La estructura del diseño experimental se conformó por tres bloques, cada uno de los cuatro tratamientos distribuidos de manera aleatoria, sumando un total de doce unidades experimentales. Cada unidad estuvo integrada por 30 plantas de pepino variedad Poinsett 76, lo que permitió un adecuado control de error experimental y una mejor comparación entre los tratamientos (Di Rienzo et al., 2010).

Figura 2.

Medidas del diseño del campo experimental



La población del experimento estuvo conformada por un total de 360 plantas de *C. sativus*, distribuidas en 12 unidades experimentales, cada una con 30 plantas. Estas unidades experimentales se organizaron en un diseño de bloques completos al azar (BCA), con 4 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento, lo que garantiza un adecuado control de la variabilidad del terreno. No obstante, evaluar la totalidad de las plantas resultaba poco práctico, por lo que se determinó la necesidad de determinar una muestra respectiva. Para ello, se aplicó la fórmula estadística simplificada para poblaciones finitas.

$$n: \frac{Z^2 * p * q * N}{N * e^2 + Z^2 * p * q} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde n: tamaño de la muestra, N: Tamaño de la población, Z: Valor de la distribución normal para un nivel de confianza del 95% (1.96), p: Probabilidad de éxito (0.5), q: probabilidad de fracaso (0.5) y e²: Error máximo permitido (0.10).

Al sustituir los valores:

$$n: \frac{(1.96)^2 * (0.5) * (0.5) * (30)}{30 * (0.10)^2 + (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)} \approx 20 \quad \text{Ec. 3}$$

En consecuencia, se seleccionó una muestra de 20 plantas por unidad experimental, es decir, 240 plantas en total para todo el ensayo, lo cual representa aproximadamente el 66% de la población y garantiza resultados confiables con un nivel de confianza del 95% y un error del 10%.

10.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos para la recolección de datos

La técnica utilizada en este estudio fue la experimentación, observación directa y el registro sistemático en campo, lo cual permitió evaluar variables de importancia agronómica en el cultivo de *C. sativus*, estas variables incluyeron la germinación, desarrollo vegetativo y la floración. Los instrumentos usados en el estudio incluyeron, las fichas de registro de datos para registro de la germinación, crecimiento, desarrollo y floración de las plantas de *C. sativus*, así como instrumentos de medición como balanza digital, vernier, cinta métrica.

Procedimientos de recolección de datos

La germinación se evaluó diariamente desde la siembra, a las 5:00 a.m., considerando germinada aquella semilla con protrusión de los cotiledones; se registraron en la planilla las germinadas por repetición y tratamiento cada día. En desarrollo vegetativo se medirán cuatro variables: número de hojas, largo de guía desde la base del tallo hasta el extremo de la guía principal, grosor del tallo en la parte media con vernier, y floración, diferenciando flores femeninas y masculinas por planta muestreada. Las aplicaciones de tratamiento serán semanales, con la misma fecha para todas las repeticiones; se prepararán el mismo día, manteniendo las cantidades y homogeneidad, y se realizarán en las primeras horas de la mañana para evitar radiación solar, asignando la dosis correspondiente a cada planta.

10.5. Confiabilidad y validez de los instrumentos

Se utilizaron guías de observación y registros de campo para evaluar las variables de crecimiento y rendimiento del pepino (*C. sativus*). La confiabilidad de los instrumentos se aseguró al medir 20 plantas por parcela experimental bajo los mismos criterios y condiciones, empleando instrumentos calibrados como pie de rey, cinta métrica y balanza. Todas las plantas de cada parcela presentaron resultados homogéneos en las variables evaluadas, lo que confirmó que los instrumentos producían mediciones consistentes y estables a lo largo del estudio.

La validez de los instrumentos se garantizó mediante la selección de variables agronómicas reconocidas en la literatura científica, tales como altura de planta, número de hojas, diámetro y peso de frutos, las cuales fueron registradas de manera uniforme en todas las plantas de cada parcela. Esto permitió corroborar que los instrumentos realmente medían los aspectos que se pretendían evaluar, asegurando la precisión y relevancia de los datos obtenidos para el análisis del crecimiento y rendimiento del cultivo.

10.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos para el procesamiento y análisis de datos

Una vez finalizadas las etapas previas de recopilación de mediciones y observaciones de campo, se procederá a la organización sistemática de los datos recopilados en Microsoft Excel. A continuación, se realizará limpieza de los datos para eliminar errores, inconsistencias o datos faltantes en la información recolectada. Posteriormente se realizará un análisis estadístico descriptivo (promedios, desviaciones estándar, frecuencias, etc.) para describir las características principales de los datos.

Finalmente, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) unifactorial para determinar el efecto del tratamiento que incluye diferentes fertilizantes orgánicos, biofertilizantes y control químico (variable independiente) sobre la germinación, desarrollo, floración y producción de pepino (variables dependientes). Se probarán diferentes estructuras de varianza residual para descartar la falta de homogeneidad de varianzas y el ajuste de los mejores modelos se selecciona en base a los Criterios de Información de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC). En todos los casos, se reportarán los valores promedio \pm 1 error estándar, y para determinar diferencias entre grupos o tratamientos, se usará la prueba de LSD Fisher ($p < 0.005$). Todos los análisis estadísticos se realizarán en el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2010).

11. Análisis y discusión de resultados

11.1. Efecto de los fertilizantes orgánicos y biofertilizantes microbianos, en proceso de germinación de semillas de *C. sativus*.

En el presente estudio no se encontró efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de germinación de *C. sativus* ($F=0.08$; $P=0.9999$; Figura 3), ni sobre índice de velocidad de germinación ($F=0.02$; $P=0.9959$; Figura 4). Es decir, que ningún tratamiento confiere una ventaja ni en el porcentaje de semillas germinadas, ni en la velocidad de emergencia de semillas de *C. sativus*. Sin embargo, los datos muestran que las semillas de *C. sativus* alcanzaron un 100% de germinación al día ocho (Figura 4), el mayor número de semillas por día y tratamiento se alcanza en el día 4 (Figura 5). La tendencia de los datos de este estudio muestra un proceso natural progresivo de la germinación que inicia lentamente y se estabiliza al final de los ocho días.

Esto contrasta con los resultados de Mae, (2022) donde evaluaron Té de lombrihumus, donde se observaron diferencias significativas entre distintas dosis, evidenciando que la concentración del té puede influir en la velocidad de germinación de las semillas. La ausencia de efecto en nuestro experimento podría deberse a que la disponibilidad de nutrientes en nuestros tratamientos no fue suficiente para alterar los procesos iniciales de germinación, o que las semillas ya contaban con condiciones óptimas para germinar de manera uniforme. En conjunto, estos resultados sugieren que, mientras el Té de lombrihumus puede estimular la germinación en función de la dosis, en nuestro caso la germinación de *C. sativus* fue estable y no dependió del tipo de fertilización aplicada.

Figura 3.

Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje acumulado de semillas germinadas de C. sativus

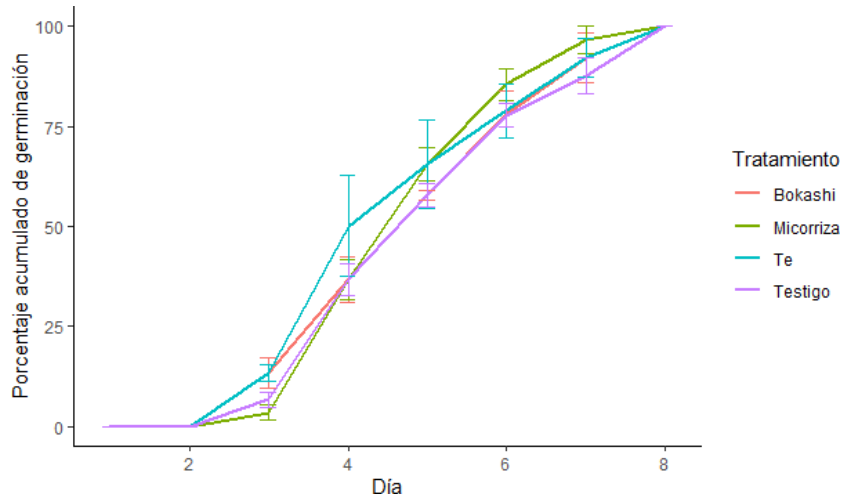


Figura 4.

Efecto de los tratamientos sobre la velocidad de germinación de semillas de C. sativus

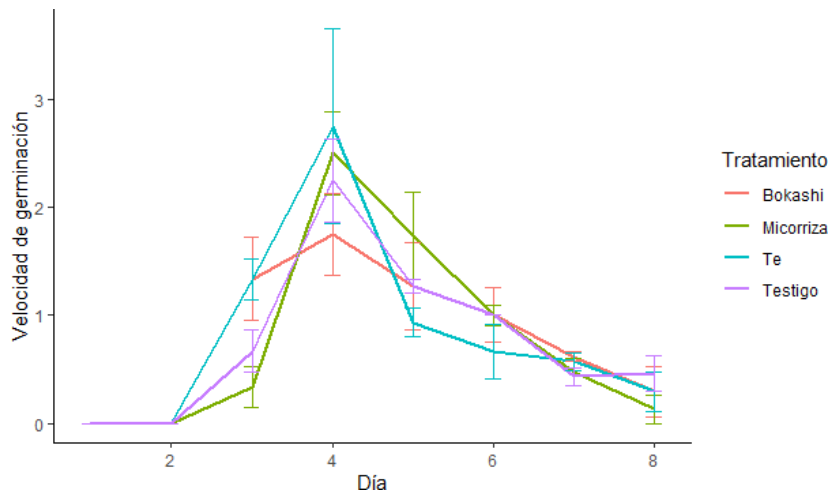
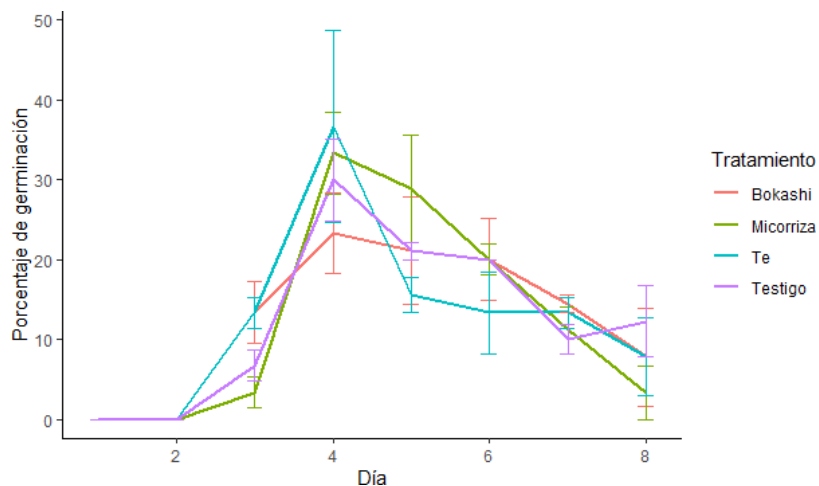


Figura 5.

Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de germinación de semillas de C. sativus



11.2. Desarrollo vegetativo de plantas de *C. sativus* por efecto de los tratamientos.

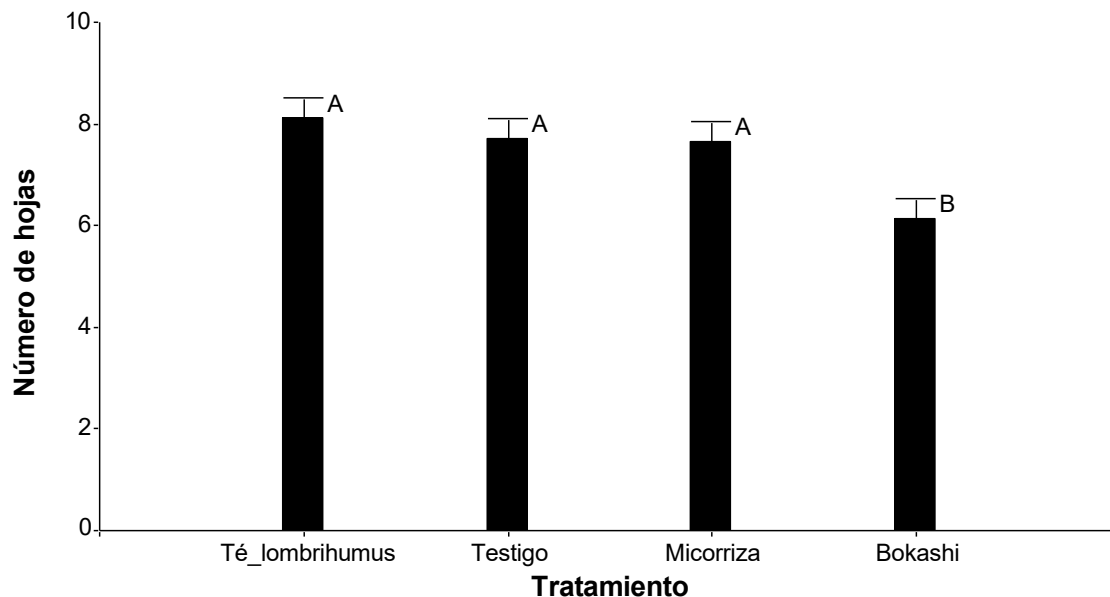
El análisis de varianza mostró un efecto significativo de los tratamientos aplicados sobre el número de hojas de plantas de *C. sativus* ($F=5.52$; $P=0.0011$, Figura 6). Las plantas que crecieron en sustrato de Bokashi tuvieron el menor número promedio de hojas por planta (6.13 ± 0.4) en comparación con los otros tratamientos, que no presentan diferencias entre sí. Es decir, que los tratamientos orgánicos té de lombrinium y HMM-líquidos, tuvieron un efecto equivalente a las plantas que se les aplicó fertilizantes químicos. Esto sugiere que aportes orgánicos mejoran la disponibilidad de nutrientes, favoreciendo la fotosíntesis en fases tempranas y medias del crecimiento.

Las plantas que recibieron té de lombrinium tuvieron en promedio el mayor número de hojas (8.12 ± 0.4) a los 35 días. Estos resultados, son muy inferiores a los reportados por Luna Rosales & Urbina Bonilla, (2018), en el que evaluaron cuatro variedades de semillas de *C. sativus* con abono a base de lombrinium, en el cual las plantas tuvieron entre 55.7 y 40.2 hojas. El té de

lombrihumus parece aumentar la sincronía del desarrollo foliar, indicando mayor eficiencia en la captura de luz y producción de hojas en etapas clave.

Figura 6.

Efecto de los tratamientos sobre el número de hojas de plantas de C. sativus



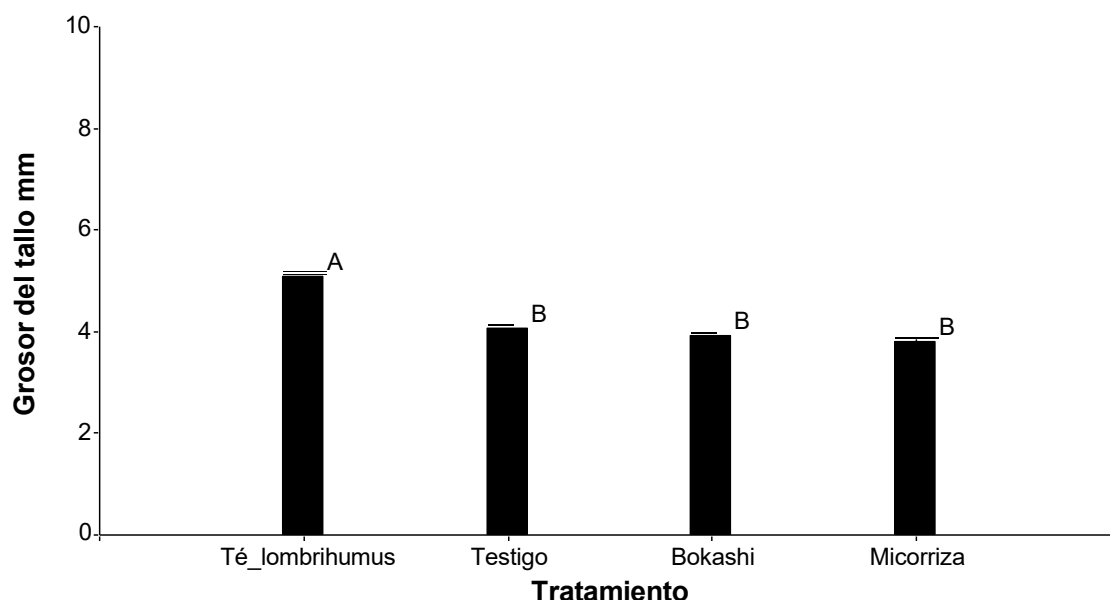
El análisis de varianza mostró un efecto significativo de los tratamientos aplicados sobre el grosor del tallo de las plantas *C. sativus* ($F=13.88$; $P=0.0001$ figura 7). Las plantas tratadas con té de lombrihumus presentaron mayor grosor promedio de tallo (5.07 ± 0.18), ubicándose en el grupo A, mientras que los tratamientos testigo, Bokashi y micorriza conformaron el grupo B, sin diferencias significativas entre sí. Esto indica que únicamente el té de lombrihumus ejerció un efecto superior sobre el grosor del tallo. Estos resultados sugieren que este aporte orgánico favorece el desarrollo del tejido estructural, contribuyendo a un crecimiento más robusto del tallo.

El té de lombrihumus fue el tratamiento que generó el mayor grosor de tallo en *C. sativus*. Este comportamiento sugiere que los abonos orgánicos líquidos, como el té de lombrihumus, pueden proporcionar una disponibilidad más equilibrada de nutrientes y una mayor actividad microbiana en la rizosfera, estimulando la formación de tejidos vegetativos más robustos. Según Mae, (2022),

en su estudio las micorrizas mostraron un efecto superior, aunque en el presente experimento su respuesta fue ligeramente menor que la del té. En conjunto, estos resultados refuerzan la evidencia de que los insumos orgánicos pueden igualar o incluso superar la fertilización química en términos de grosor del tallo, contribuyendo además a sistemas de producción más sostenibles.

Figura 7.

*Efecto de los tratamientos sobre el grosor del tallo en plantas de *C. sativus**



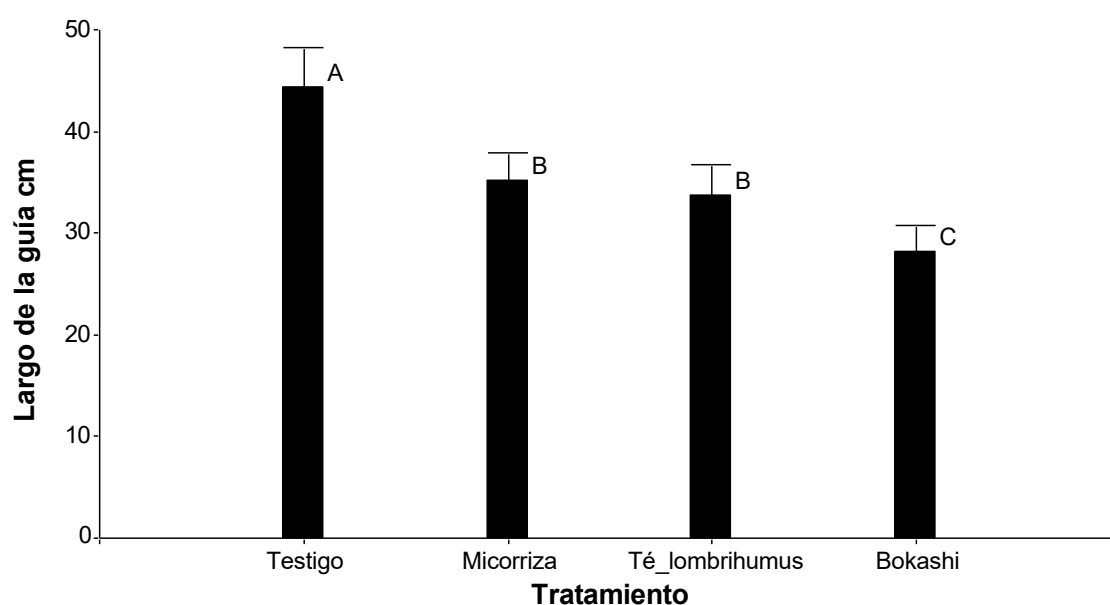
El análisis de varianza mostró un efecto significativo de los tratamientos aplicados sobre el largo de la guía de plantas de *C. sativus* ($F=11.09$; $P=0.0001$; Figura 8). Las plantas del tratamiento testigo presentaron la mayor longitud promedio de guía (44.38 ± 3.87), seguidas por micorriza (35.08 ± 2.79) y té (33.65 ± 3.02), que conformaron un mismo grupo estadístico. El tratamiento Bokashi registró la menor longitud (28.13 ± 2.64), diferenciándose de los demás. Esto sugiere que los aportes orgánicos, especialmente Bokashi, no influyeron en el crecimiento longitudinal de la guía en comparación a los otros tratamientos, mientras que micorriza y té muestran un efecto intermedio sobre esta variable.

Las plantas que recibieron el testigo presentaron la mayor altura promedio (44.38 ± 3.87 cm). Este resultado es superior a lo reportado por Pérez et al., (2017),

quienes encontraron que el té de lombríhumus promovió mayor crecimiento en *C. sativus*. La diferencia puede explicarse porque los fertilizantes químicos liberan nutrientes de manera inmediata, especialmente nitrógeno, mientras que los orgánicos dependen de procesos más lentos de descomposición y mineralización, además de factores como la calidad del sustrato y la frecuencia de riego.

Figura 8.

Efecto de los tratamientos sobre el largo de la guía en plantas de C. sativus

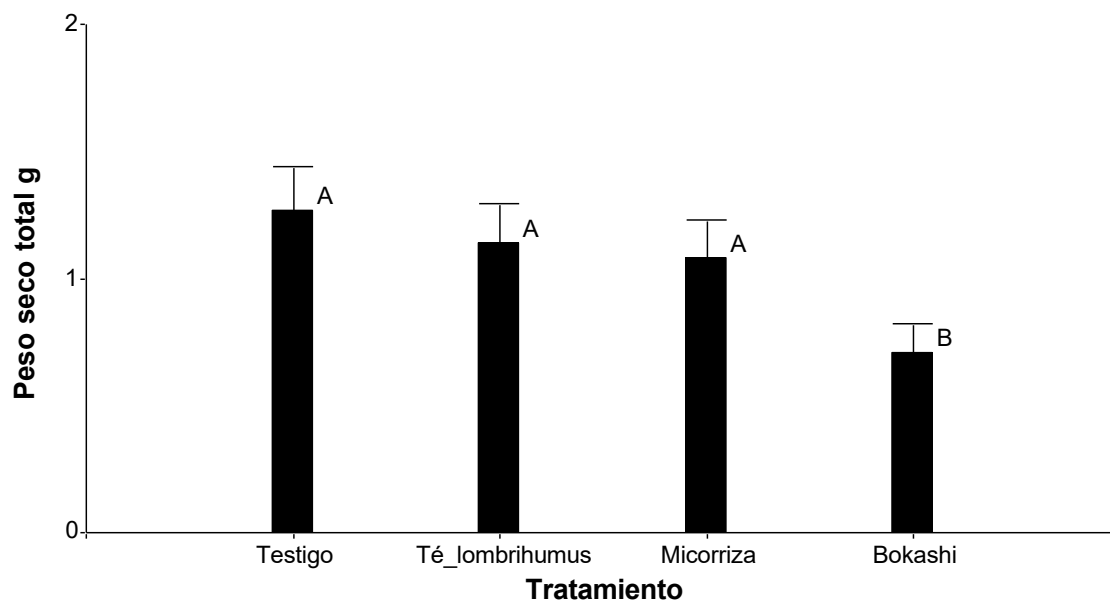


El análisis de varianza mostró un efecto significativo de los tratamientos aplicados sobre el peso seco total de plantas de *C. sativus* ($F=9.38$; $P=0.0001$; Figura 9). Las plantas de los tratamientos testigo (1.27 ± 0.17), té de lombríhumus (1.14 ± 0.16) y micorriza (1.08 ± 0.15) presentaron valores de biomasa similares, conformando un mismo grupo estadístico. En contraste, el tratamiento Bokashi registró la menor biomasa seca total (0.70 ± 0.12), diferenciándose de los demás. Esto sugiere que, bajo las condiciones del estudio, Bokashi no influye en la acumulación de biomasa en comparación con los otros tratamientos, los cuales muestran un desempeño equivalente en esta variable.

La biomasa seca total fue similar entre testigo, té y micorriza, mientras que Bokashi mostró el valor más bajo. Estos resultados contrastan con lo reportado por Cárdenas-Hidalgo et al., (2022) quienes observaron aumentos importantes en la biomasa cuando aplicaron vermicompost combinado con micorrizas. En su estudio, los autores destacan que la mayor disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana explican la acumulación de materia seca. En nuestro caso, el bajo rendimiento de Bokashi sugiere que su aporte nutricional fue más limitado bajo las condiciones del experimento. Esto ayuda a entender por qué los demás tratamientos mantuvieron valores similares y Bokashi no favoreció la acumulación de biomasa seca total.

Figura 9.

Efecto de los tratamientos sobre el peso seco total de las plantas de C. sativus



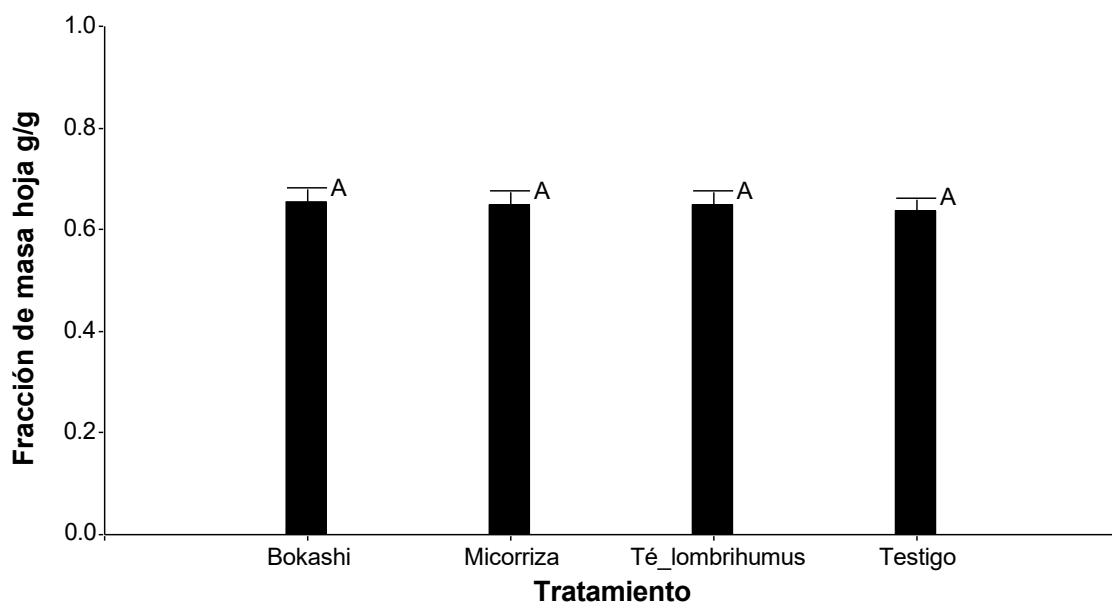
El análisis de varianza no mostro diferencias significativas entre los tratamientos sobre la fracción de masa de las hojas de *C. sativus* ($F=0.29$; $P=0.8354$; Figura 10). Las medias fueron muy similares entre los tratamientos, con valores entre 0.64 ± 0.03 y 0.65 ± 0.03 , sin diferencias estadísticas. Esto indica que ninguno de los tratamientos cambio la porción de masa de las hojas. En palabras simples, las hojas mantuvieron aproximadamente el 64-65% de su peso seco sin

importar lo aplicado. La fracción de masa ya sea de hoja, tallo o raíz se refiere a la proporción de biomasa asignada a un órgano respecto al total de la planta.

La fracción de masa seca en hojas de *C. sativus* no presentó diferencias significativas entre tratamientos, lo que indica que ninguno modificó la proporción de biomasa asignada a las hojas. Aguiñaga-Bravo et al., (2020) realizó un estudio en Tomate verde (*Physalis ixocarpa*) donde el Bokashi generó la menor biomasa foliar (30.4 g), mostrando un comportamiento similar al de nuestro tratamiento Bokashi, aunque en nuestro caso la diferencia no fue estadísticamente detectable. Esta comparación sugiere que, aunque la respuesta puede variar entre cultivos, los abonos orgánicos como Bokashi tienden a aportar menos biomasa foliar bajo ciertas condiciones. Aun así, nuestros resultados evidencian que la planta mantuvo una asignación estable de recursos hacia las hojas independientemente del tratamiento aplicado.

Figura 10.

Efecto de los tratamientos sobre la fracción de masa de hoja en plantas de C. sativus

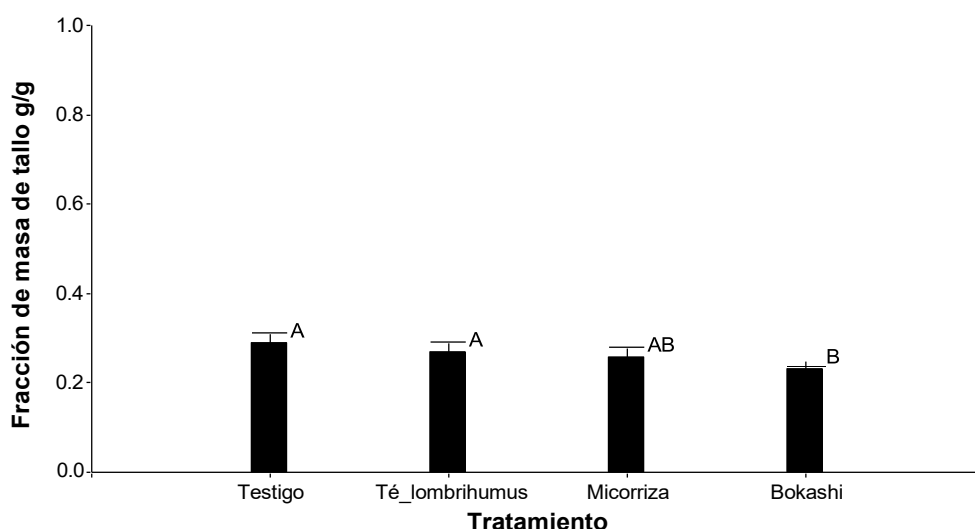


El análisis de varianza mostro un efecto significativo de los tratamientos aplicados sobre la fracción de masa del tallo de las plantas *C. sativus* ($F=3.57$; $P=0.0148$; Figura 11). Las plantas de los tratamientos testigo (0.29 ± 0.02) y té (0.27 ± 0.02) presentaron valores similares, agrupándose en el mismo nivel estadístico. En contraste, Bokashi registro la menor fracción de masa del tallo (0.23 ± 0.02), mientras que micorrizas (0.26 ± 0.02) mostro un valor intermedio, sin deferir de los otros tratamientos. Esto sugiere que Bokashi no influyó en la proporción de biomasa destinada al tallo.

Aunque Bokashi presentó la proporción más baja, las diferencias no fueron significativas, indicando que todos los tratamientos mantuvieron una asignación de biomasa al tallo relativamente estable. Esto concuerda parcialmente con Aguiñaga-Bravo et al., (2020), donde Bokashi registró la menor biomasa en tallo (57.9 g), mientras que los demás tratamientos mostraron valores mayores. La ligera reducción en la fracción de masa del tallo con Bokashi podría deberse a que sus nutrientes se liberan lentamente, limitando temporalmente el crecimiento. En general, estos resultados muestran que la planta distribuye la biomasa de manera equilibrada hacia el tallo, independientemente del tipo de fertilización aplicada.

Figura 11.

Efecto de los tratamientos sobre la fracción de masa de tallo en plantas de C. sativus

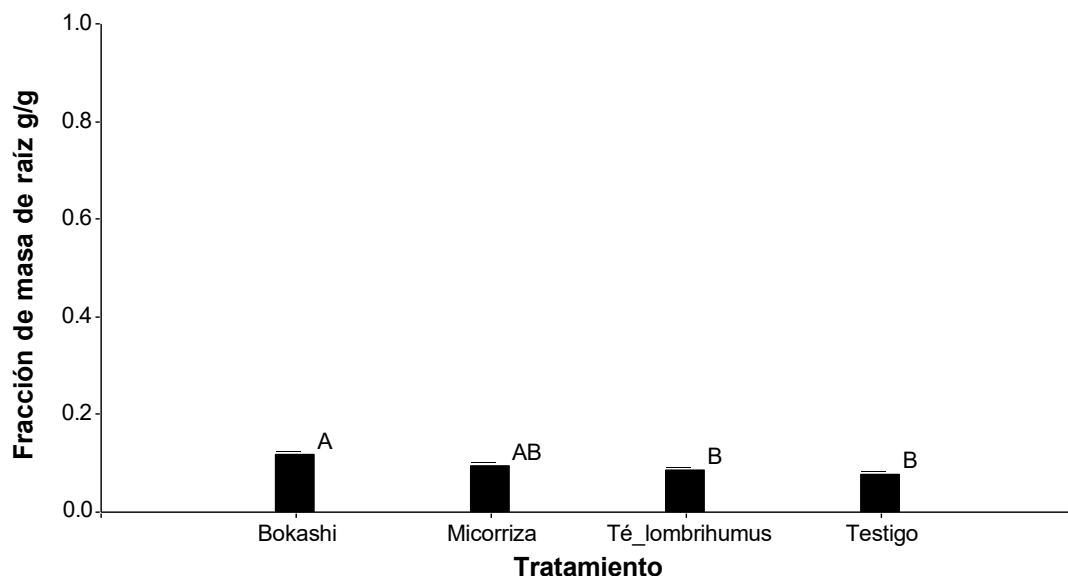


El análisis de varianza mostró un efecto significativo de los tratamientos aplicados sobre la fracción de masa de la raíz de plantas de *C. sativus* ($F=4.78$; $P=0.0030$; Figura 12). Las plantas tratadas con Bokashi presentaron la mayor fracción de masa de raíz (0.12 ± 0.01) siendo significativamente superior al Té de lombrihumus y Testigo. Micorriza mostró un comportamiento intermedio sin diferencias estadísticas claras respecto a los demás tratamientos (0.09 ± 0.01), mientras que el Té de lombrihumus y Testigo registraron los valores más bajos mostrando respuestas similares (0.08 ± 0.01). Esto sugiere que el Bokashi favorece un mayor desarrollo del sistema radicular.

En la fracción de masa seca en raíz de *C. sativus* fue mayor en el tratamiento Bokashi (0.12 ± 0.01). Estos resultados concuerdan con el estudio de Aguiñaga-Bravo et al., (2020) en tomate, donde el Bokashi también favoreció la acumulación de biomasa en raíces frente a otros tratamientos. La tendencia observada puede explicarse porque los nutrientes liberados lentamente por el Bokashi estimulan el desarrollo radicular, aumentando la capacidad de la planta absorber agua y nutrientes. Aunque la diferencia no es estadísticamente significativa, estos resultados sugieren que Bokashi podría influir en la distribución de la biomasa hacia la raíz, mientras que los demás tratamientos mantienen una asignación más equilibrada de recursos vegetativos.

Figura 12.

Efecto de los tratamientos sobre la fracción de masa de raíz en plantas de C. sativus



11.3. Influencia de los tratamientos en la floración del cultivo de *C. sativus*.

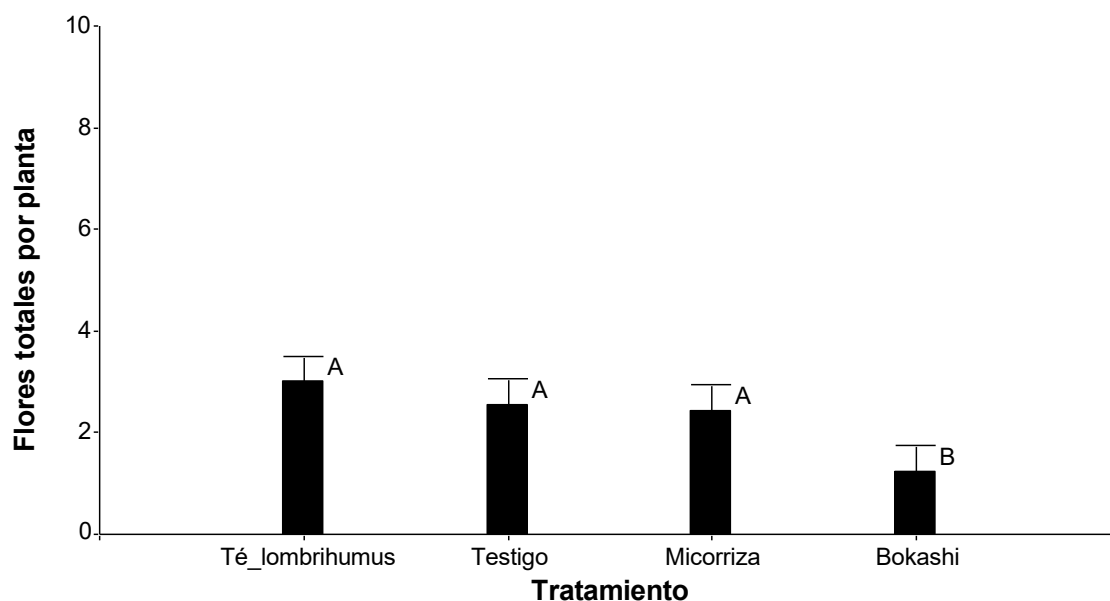
El análisis evaluó el efecto los tratamientos sobre el número de flores por planta ($F= 4.90$; $P= 0.0025$, figura 13), indicando que el manejo aplicado influyó en la floración. Té, Testigo y Micorriza presentan medias muy cercanas (2.4-3.0 flores por planta) y comparten el grupo A, sin diferencias significativas entre ellos. Bokashi obtuvo la media más baja (1.23 flores por planta) y se ubica en el grupo B, diferenciándose significativamente de los otros tratamientos. Esto indica que el Bokashi no estimuló al número de flores, debido a su proceso de mineralización un poco más lenta en comparación con Té, Testigo y Micorriza, que no difieren entre sí.

Estos resultados difieren con el estudio de Acosta Vera & Looz Ostaiza, (2023) que evaluaron compost y humus de lombriz, donde el compost fue el que favoreció el mayor número de flores (1.59 por planta) debido a la rápida disponibilidad de nutrientes durante el desarrollo vegetativo. Esto sugiere que Bokashi puede no

influir ligeramente la floración en comparación con los demás tratamientos, por una liberación más lenta de nutrientes. En contraste, los tratamientos Té de lombrihumus, Micorriza y Testigo que proporcionaron un aporte suficiente de nutrientes para mantener la floración estable, indicando que la planta distribuye sus recursos hacia la producción floral de manera equilibrada bajo estos tratamientos.

Figura 13.

Efecto de los tratamientos sobre el número de flores totales en plantas de C. sativus

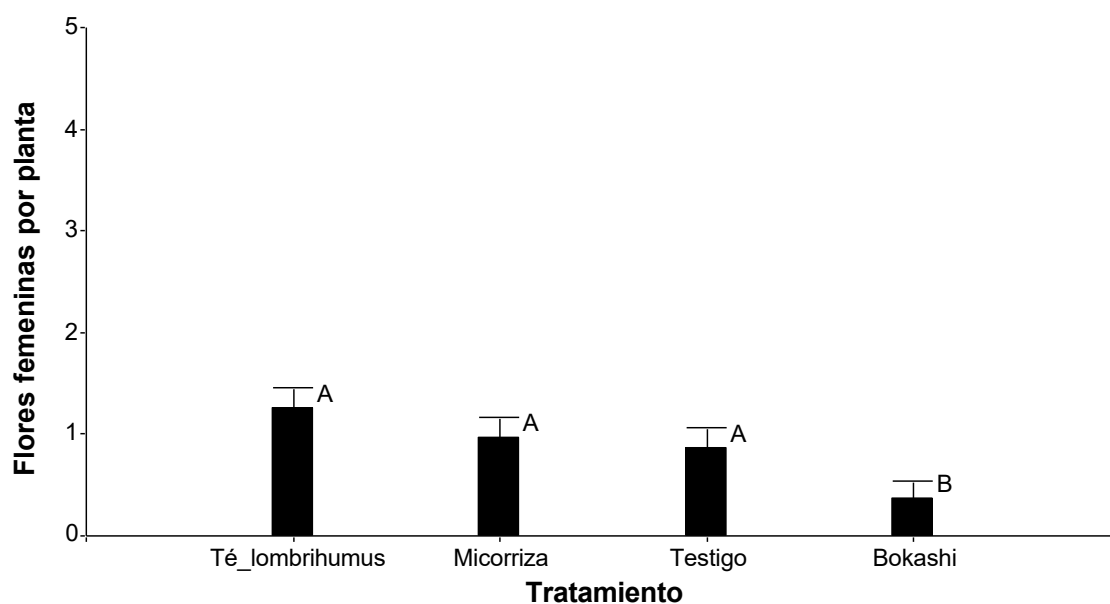


El análisis de varianza mostró un efecto significativo de los tratamientos aplicados sobre el número de flores femeninas por planta de *C. sativus* ($F=7.64$; $P=0.0001$; Figura 14). Las plantas tratadas con té de lombrihumus, micorriza y testigo presentaron valores similares (2-3) flores femeninas por plantas en contraste con el Bokashi que registro la menor cantidad de flores femeninas (1) por planta, diferenciándose significativamente de los demás tratamientos. Esto indica que únicamente Bokashi no influyó de manera notable la floración femenina, mientras que los otros tres tratamientos generan efectos similares.

Esta tendencia puede explicarse porque el Té de lombrihumus proporciona nutrientes en forma soluble y disponible de manera más rápida, favoreciendo el desarrollo vegetativo y la formación de flores femeninas. Moran, (2021) evaluaron el Humus + Bokashi, que reportaron un mayor número de flores por planta (12.14), debido a la combinación de nutrientes de liberación rápida y lenta, que mejora la eficiencia reproductiva. En conjunto, esto indica que la disponibilidad y el tipo de nutrientes de los abonos influyen en la floración, y que los abonos líquidos como el Té de lombrihumus pueden estimular un mayor número de flores femeninas frente a Bokashi solo.

Figura 14.

Efecto de los tratamientos sobre el número de flores femeninas en plantas de C. sativus



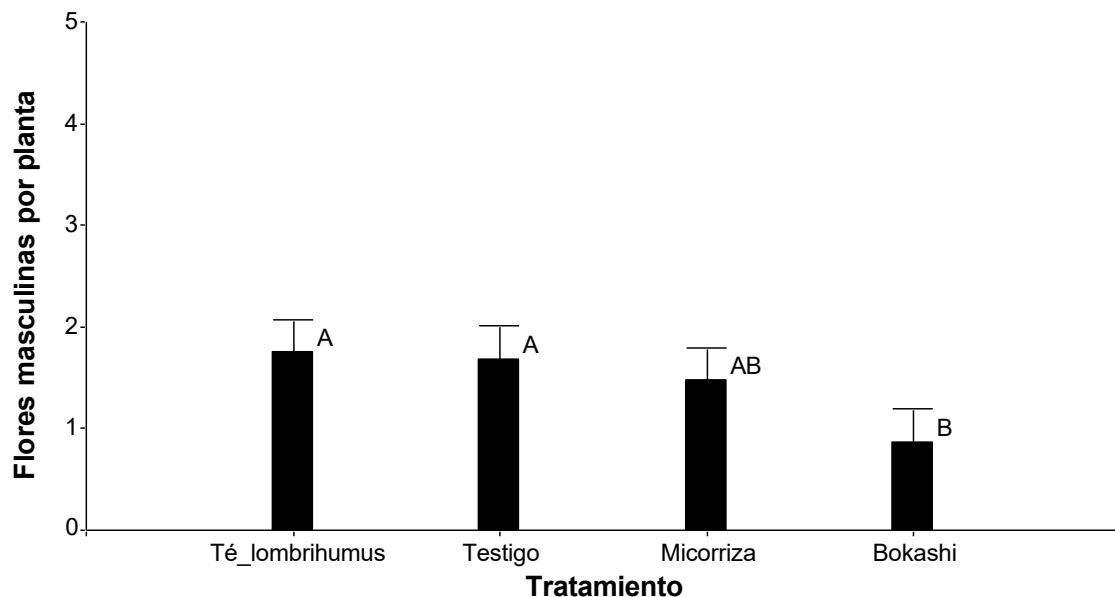
El análisis de varianza mostró un efecto significativo de los tratamientos aplicados sobre el número de flores masculinas por planta de *C. sativus* ($F=2.96$; $P=0.0331$; figura 15). Las plantas tratadas en té de lombrihumus, testigo y micorriza presentaron valores similares, agrupándose en el mismo nivel estadístico A. En contraste, Bokashi registró la menor cantidad de flores masculinas (0.87 ± 0.10), ubicándose en el grupo B y diferenciándose significativamente de los demás tratamientos. Por lo cual esto indica Bokashi debido a la inmovilización

temporal de nitrógeno que ocurre cuando los microorganismos del suelo consumen nitrógeno para degradar el material orgánico no influyó en la producción de flores masculinas, mientras que los otros tratamientos mantienen un comportamiento similar.

Estudios realizados por Silva Torres (2015), se ha reportado que la floración masculina no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que ciertas prácticas de manejo no afectan su desarrollo. Sin embargo, en nuestros resultados sí se observaron diferencias significativas en la floración masculina, indicando que los tratamientos aplicados influyeron directamente en la producción de flores, lo que resalta la importancia de la selección de fertilizantes y técnicas de manejo para optimizar este aspecto del cultivo.

Figura 15.

Efecto de los tratamientos sobre el número de flores masculinas en plantas de C. sativus



12. Conclusiones

Los tratamientos evaluados no tienen efecto diferenciado sobre el porcentaje de semillas germinadas, ni sobre la velocidad germinación en semillas de *C. sativus*, por lo que no se justifica su uso para esta etapa del cultivo.

A los 35 días del cultivo, los tratamientos orgánicos té de lombrihumus y micorrizas líquidas tuvieron un efecto similar sobre el crecimiento y desarrollo sobre la mayoría de las variables.

El Bokashi fue el tratamiento orgánico que menos influyó sobre el crecimiento de plántulas de *C. sativus* salvo para la fracción de masa de raíz, lo cual se relaciona con su liberación lenta de nutrientes y con procesos de inmovilización microbiana, no obstante, este comportamiento es esperado para abonos fermentados y no implica efectos negativos, sino una disponibilidad nutricional más tardía.

El té de lombrihumus y micorrizas tuvieron un efecto similar al fertilizante químico sobre el total de flores, femeninas y masculinas, pero todos tuvieron un efecto superior en relación con el Bokashi

Los abonos orgánicos y biofertilizantes tienen un efecto similar y a veces superior al tratamiento químico convencional sobre el desarrollo vegetativo y floración de *C. sativus*.

13. Recomendaciones

Debido a que no hubo un efecto de los tratamientos sobre la germinación se recomienda a los productores centrarse en un buen manejo de humedad y condiciones iniciales.

Se recomienda a los productores utilizar te de lombrihumus y micorrizas líquidas, ya que en este estudio favorecieron a un desarrollo vegetativo y la floración de *C. sativus* equivalente al obtenido con fertilizantes químicos.

A futuros investigadores, se les sugiere probar este tratamiento por un periodo de tiempo más prolongado que abarque hasta la producción del cultivo.

A estudiantes de agronomía se les recomienda probar diferentes dosis de fertilizantes orgánicos para tener una mejor comprensión del efecto de estos, sobre el crecimiento, desarrollo vegetativo y producción de *C. sativus*

14. Referencias

- Acevedo, J. E. (2020). *Valoración de los efectos de fertilizantes químicos y orgánicos en suelo tipo franco, caso de estudio de Cucumis sativus, ubicada en la finca agro ganadera San José, comunidad del Caoba, provincia del Darién*. Universidad de Panamá.
- Acosta Vera, K. J., & Loor Ostaiza, L. L. (2023). *Evaluación de diferentes distancias de siembra en el cultivo de pepino (Cucumis sativus) con la aplicación de dos abonos orgánicos edáficos en el Recinto Chipe Hamburgo* 2. 97. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/82b40f83-4e7f-4107-b44b-581242d09149/content>
- Agricultura. (2020). *MANUALES PRÁCTICOS PARA LA ELABORACIÓN DE BIOINSUMOS*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737323/8_Elaboracion_de_Bocashi.pdf
- Aguiñaga-Bravo, A., Medina-Dzul, K., Garruña-Hernández, R., Latournerie-Moreno, L., & Ruíz-Sánchez, E. (2020). Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*). *Acta Universitaria*, 30.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-62662020000100116&script=sci_arttext
- Alvarado Lancheros, J. R., Beltrán Bravo, M. F., & Mateus Solano, A. M. (2013). *Viabilidad de producción bajo invernadero del pepino europeo (Cucumis sativus L.) híbrido cumlaude RZ-F1 en la vereda Cascadas del municipio de Susa, Cundinamarca*. [Universidad Nacional Abierta ya Distancia UNAD].
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2706/1053326941.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, S. (2007). *Proyecto de diversificación económica rural*.

https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/259/manual_de_produccion_de_pepino.pdf

Aruquipa Alejo, O., & Blanco Villacorta, M. W. (2021). *Comportamiento agronómico de dos variedades de col rizada (brassica oleracea var. sabellica) bajo dos frecuencias de aplicación de caldo de humus de lombriz en el municipio de El Alto.*

<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/25865>

Blandón Chavarría, Z. del C., Blandón Rivera, E. de M., & Fernández Blandón, N. (2014). *Evaluación de fertilización orgánica y química en el rendimiento del cultivo de pepino (Cucumis Sativus L.).*

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3489/1/227154.pdf>

Bravo Macay, L. M., Loor Zambrano, J. J., & Cedeño García, G. (2021). *Efecto del hidrogel y vermicompost sobre la productividad del pasto cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x P. Glaucum) en época seca.*

<https://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1437>

Cajina Acevedo, N., & Velásquez Meneses, E. J. (2017). *Efecto de dos tipos de fertilizantes (Edáfica y Foliar) en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) var. Tropicuke II, en condiciones de casa malla, Centro Experimental Las Mercedes (2016).* Universidad Nacional Agraria.

Cárdenas-Hidalgo, D., Urbina-Sánchez, E., Valdez-Aguilar, L. A., Alejo-Santiago, G., Vázquez-García, L. M., & Reyes-Alemán, J. C. (2022). La solución nutritiva, vermicomposta y micorrizas sobre el rendimiento y calidad de *Lilium hybrida* 'Indian Summerset.' *Biotecnia*, 24(3), 5-14.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-14562022000300005&script=sci_arttext&tlng=es&utm

Casaca, A. D. (2005). *Guías tecnológicas de frutas y vegetales.*

<https://dicta.gob.hn/files/2005,-El-cultivo-del-pepino,-F.pdf>

- Chávez, J. C. N. (2017). *Aplicación de abonos orgánicos y biofertilizante en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.), distrito de Chachapoyas*.
<https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/348/618>
- Chusin Gray, L. F., & Zambrano García, G. C. (2023). *Producción del cultivo de pepino (Cucumis sativus) con aplicación de diferentes abonos orgánicos y convencionales*.
- Cultivo del pepino*. (n.d.). <https://www.olivosdebadajoz.com/PLANTAS-DE-HORTALIZA/pepino.pdf>
- Dambreville, A., Lauri, P.-E., Normand, F., & Guédon, Y. (2015). Analysing growth and development of plants jointly using developmental growth stages. *Annals of Botany*, 115(1), 93-105.
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Gonzalez, L., Casanoves, F., Tablada, M., & Walter Robledo, C. (2010). *Infostat: software para análisis estadístico*. Universidad Nacional de Córdoba, (Argentina).
- Díaz Ayala, K. N. (2017). *“Producción de pepino (Cucumis sativus.) con dos sistemas de tutorado”*.
- Dominguez, J., & Edwards, C. A. (2004). 17. Vermicomposting organic wastes: A. In *Vermicomposting organic wastes* (p. 27).
<https://jdguez.webs.uvigo.es/wp-content/uploads/2011/10/cairo1.pdf>
- ECHO. (2023). *Factores que influyen en la germinación de semillas*.
<https://www.echocommunity.org/es/resources/ce935a6b-32ed-4d0b-baf5-5411b3a7d600>
- Elizabeth Castillo, E. M. (2015). *Costo de producción del Pepino (Cucumis Sativus L.), bajo condiciones protegidas en marco tunel en la Universidad Nacional Agraria, Enero-Abril 2014*. Universidad Nacional Agraria.
- Estévez Navarro, A. M. (2022). *Biofertilizantes microbianos en la agricultura*.
- Fernández, M. T., & Rodríguez, H. (2005). El papel de la solubilización de fósforo

en los biofertilizantes microbianos. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 39(3), 27-34.

Gamboa, H. Q. (2023). *Determinación del efecto y calidad (inocuidad y propiedades físico-químicas) del bocashi en la producción de hortalizas (repollo y brócoli (Brassica oleracea), habichuelina (Phaseolus vulgaris), lechuga (Lactuca Sativa) limpias para su uso-consumo segu.* 33.

García, F. P., & Villamil, J. M. P. (2001). *Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaria General de

Garrido, E. C., Rocha, Â. M., Santos, D. A., & Gomila, J. M. V. (2018). *Tecnologias para a Produção de Biofertilizantes: tendências e oportunidades.*

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/60679196/27298-107141-1-PB_120190923-28806-ezc4s2-libre.pdf?1569247834=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTechnologies_for_the_production_of_biof e.pdf&Expires=1763749746&Signature=RAA9QXb4M12uKw9PkcEdgOLGgst2n15VZEclQxZTeXdrQX1-KwONE65F7QzSxCbAJzDW2Y7dT6CmeO1VoZVcXQReVPwm~am5tub9RVELxG-v-me6ZOPgv-oajYnPZKaZ2VtZ54ZmCS1G9ArXUYy9SZi4FeoE3-ACYnGZwHmH54IER9aYwLw8MS2iKQl6qRLmck4EL8V-XPylINpKUgPNDIPIKgNOx6rz2MkEDrA1CtNoongm2O65xlllb50oJEqHsCAHwj5A3SYbdOzzQDWCrNXUzqfG4AeK8Z9C6EhaQhi51fN1yP4G7Dh6Z64qLPKYobcGSXh7ENCQkNLFmuRZnQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Gevawer, O. A., & Castillo, M. E. (2018). *Evaluación de soluciones nutritivas para la producción de plántulas de lechuga y chile pimienta* [Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano].

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/9c878c5f-87fd-42b6-9e51-32f8330ba368/content>

González-Fuentes, J. A., Lozano-Cavazos, C. J., Preciado-Rangel, P., Troyo-Diéguez, E., Rojas-Duarte, A., Rodríguez-Ortiz, J. C., González-Fuentes, J.

- A., Lozano-Cavazos, C. J., Preciado-Rangel, P., Troyo-Diéguez, E., Rojas-Duarte, A., & Rodríguez-Ortiz, J. C. (2021). Fertilización orgánica contra convencional en el rendimiento, atributos morfológicos y calidad de fruto de tomate uva en un sistema de subirrigación no recirculante. *REVISTA TERRA LATINOAMERICANA*, 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.897>
- Ilie, V., & Mihalache, M. (2019). Vermicompost production and its importance for soil and agricultural production. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 62(1).
- INFOAGRO. (2016). *Factores que afectan la germinacion de la semilla*. https://www.infoagro.com/documentos/el_proceso_germinacion_semillas____factores_que_afectan_a_germinacion.asp
- Intriago, D. A. M., Rosado, V. F. M., & Arteaga, B. R. A. (2024). Influencia del humus de lombriz en la calidad de los suelos agrícolas: un estudio de caso. In *Didáctica y Educación ISSN 2224-2643* (Vol. 15, Issue 3). <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/2101/2652>
- LA LOMBRICULTURA, I. I., LA, I. I. I. I. Y. E. P., DE HUMUS, P., & DEL HUMUS, V. P. D. E. P. (2013). *MANUAL DE LOMBRICULTURA*. <https://corpamag.gov.co/blogs/negociosverdes/wp-content/uploads/2021/02/Manual-de-lombricultura.pdf>
- La tanina. (2022). *Cómo usar el lixiviado de lombriz o humus líquido de lombriz*. <https://latanina.com/lixiviado-de-lombriz-humus-liquido/>
- López-Morales, M. L., Leos-Escobedo, L., Alfaro-Hernández, L., & Morales-Morales, A. E. (2022). Impacto de abonos orgánicos asociados con micorrizas sobre rendimiento y calidad nutraceútica del pepino. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(5), 785-798.
- Luna Rosales, L. de los A., & Urbina Bonilla, B. F. (2018). *Evaluación de rendimiento de cuatro variedades de pepino (Cucumis sativus L.), con fertilización orgánica, como alternativa para huerto familiar. Managua,*

Nicaragua 2016. Universidad Nacional Agraria.

- Mae, G. (2022). *Respuesta del pepino (Pepino sativusL.) PlantasaTé de vermicompost como suplemento de fertilizante*. 8.
<https://journalajaar.com/index.php/AJAAR/article/view/368/736>
- Mamani de Marchese, A., & Filippone, M. P. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista Agronómica Del Noroeste Argentino*, 38(1), 9-21.
- Martínez, J. C., & Castellón, O. M. (2018). Dosis y frecuencia de biofertilizantes en Cucumis sativus L. Municipio de Siuna RACCN Nicaragua. *Revista Universitaria Del Caribe*, 21(02), 85-92.
- Matilla, A. J. (2008). Desarrollo y germinación de las semillas. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*, 2, 549.
- Mayagüez, U. (2022). Germinacion de semillas, Botánica de plantas y semillas. *Universidad de Puerto Rico*, 1-4.
- Mendivil-Lugo, C., Nava-Pérez, E., Armenta-Bojórquez, A. D., Ruelas-Ayala, R. D., & Félix-Herrán, J. A. (2020). Elaboración de un abono orgánico tipo bocashi y su evaluación en la germinación y crecimiento del rábano. *Biotecnia*, 22(1), 17-23.
- Moran, A. (2021). Respuesta a la aplicación de fertilizantes orgánicos en el cultivo de zucchini (Cucúrbita pepo L.) Daular-Guayas. *Trabajo Experimental*, 1, 63. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MORAN IBARRA ROSA ABIGAIL.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MORAN%20IBARRA%20ROSA%20ABIGAIL.pdf)
- Muñiz Veliz, C. A. (2023). *Beneficios del biol en el cultivo de pepino (Cucumis sativus)*. BABAHOYO: UTB, 2023.
- Nicaragua, M. de. (n.d.). *Municipio de Condega*. Mapa de Nicaragua.
<https://www.mapanicaragua.com/municipio-de-condega/>
- Nostoc Biotechnologies, S. L. (2024). *Biofertilizantes Vs. Fertilizantes Químicos*.

<https://nostoc.es/biofertilizantes-vs-fertilizantes-quimicos/>

- Olle, M. (2021). Bokashi technology as a promising technology for crop production in Europe. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 96(2), 145-152.
- Pediaexpertos. (2023). *Diferencia entre biofertilizante y fertilizante orgánico*. <https://pediaexpertos.com/diferencia-entre-biofertilizante-y-fertilizante-organico/>
- Peralta-Antonio, N., Bernardo de Freitas, G., Watthier, M., & Silva Santos, R. H. (2019). Compost, bokashi y microorganismos eficientes: sus beneficios en cultivos sucesivos de brócolis. *Idesia (Arica)*, 37(2), 59-66.
- Pérez, J. J. R., Murillo, R. A. L., Bermeo, M. del R. R., Rosado, Á. J. Y., Pacheco, F. A., Cunuhay, K. A. E., Bustamante, R. J. L., Morán, V. F. V., Burgos, D. Z., & Bravo, D. A. C. (2017). Uso del humus de lombriz y jacinto de agua sobre el crecimiento y desarrollo del pepino (*Cucumis sativus*, L). *Biotecnia*, 19(2), 30-35.
<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/382/225>
- Pineda, E. B., De Alvarado, E. L., & de Canales, F. H. (1994). *Metodología de la investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud*. OPS.
- Hernández Sampieri, R., C. F. C. y P. B. L. (2006). *Metodología de la investigación*.
https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/metodologia-de-la-investigaci3n_sampieri.pdf
- Hernández- Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.
- Rodríguez-Fernández, P., & Girón-Acosta, J. (2021). Producción ecológica de pepino (*cucumis sativus* l.) en las condiciones edafoclimáticas del III Frente. *Ciencia En Su PC*, 1(2).

- Rodríguez-Gómez-Tagle, G., Vargas-Hernández, J. J., López-Upton, J., & Pérez-Moreno, J. (2024). Diversidad de morfotipos de hongos ectomicorrizógenos y adaptación al hospedero en poblaciones contrastantes de *Pinus greggii* var. *australis* (Pinaceae). *Acta Botánica Mexicana*, 131.
- Rostrán Molina, J. L., Bárcenas Lanzas, M. J., Castillo, X., Escobar, J. E., Naruo, K., & Tajiri, T. (2016). *Manual de abonos orgánicos*.
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5517/1/CNRA0002.pdf>
- Rostrán Molina, J. L., Carrión Delgado, J. R., & Fuentes Hernández, H. J. (2003). *Determinación de dosis de humus de lombriz para el óptimo desarrollo en el cultivo de pipián (cucúrbita pepo) Campus Agropecuario UNAN-León*.
<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/924/1/199253.pdf>
- SAG. (2005). *Cultivo de pepino*. <https://dicta.gob.hn/files/2005,-El-cultivo-del-pepino,-F.pdf>
- Silva Torres, J. R. (2015). *Producción de pepino (Cucumis sativus L), tutorado y sin tutorar con dos abonos orgánicos* [Quevedo: UTEQ].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/151c363f-4415-491b-be03-7a238308c1f8/content>
- Vázquez-Santiago, E., Lira-Saldivar, H., Valdez-Aguilar, A., Cárdenas-Flores, A., & Ibarra-Jiménez, L. (2014). Respuesta del pepino a la fertilización biológica y mineral con y sin acolchado plástico en condiciones de casa sombra. *Rev. Inter. Inv. Innov. Tecnol*, 10(2), 1-11.
- Villafuerte, W. P. C., Zambrano, E. C. E., Uyaguari, J. P., Macías, J. B. M., & Carrión, J. V. C. (2023). *Cultivo de pepino (Cucumis sativus) con aplicación de Bocashi elaborado con jacinto de agua*.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/71d60c48-020f-48c6-b114-97ba3116ec3f/content>

- Villegas-Aparicio, Y. (2018). Efecto de biofertilizantes microbianos en el crecimiento de *Brachiaria brizantha* (Trin) Griseb. *Agro Productividad*, 11(5), 76-81.
- Wang, J., Wang, Q., Gao, J., Lei, Y., Zhang, J., Zou, J., Lu, Z., Li, S., Lei, N., & Dhungana, D. (2025). Genetic Regulatory Pathways of Plant Flowering Time Affected by Abiotic Stress. *Plant Stress*, 100747.

15. Anexos







¡Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



