

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA

“EVALUACIÓN DEL USO DE DIFERENTES ABONOS
ORGÁNICOS SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DEL
CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annuum*), EN LA FINCA
EXPERIMENTAL LODANA, SANTA ANA, 2025”

AUTOR

ANTHONY XAVIER LÓPEZ LÓPEZ

TUTOR

ING. GEORGE ADALBERTO GARCÍA MERA, MG.

MANABÍ-ECUADOR

2025-2

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología, carrera Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación bajo la autoría de los estudiantes Anthony Xavier López López, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto “Evaluación del uso de diferentes abonos orgánicos sobre el crecimiento vegetativo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), híbrido Salvador, en la finca experimental Lodana, Santa Ana, 2025”. La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 07 de abril del 2026

Lo certifico,

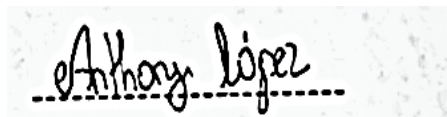


Ing. George García Mera, Mg.

DECLARACION DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE

Yo Anthony Xavier López López, de la facultad de ciencias de la vida y tecnológicas, especialidad Agropecuaria, junto con el Ing. George García Mera, Mg como tutor, declaro de forma libre y voluntaria que el trabajo sobre, “Evaluación del uso de diferentes abonos orgánicos sobre el crecimiento vegetativo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), híbrido Salvador, en la finca experimental Lodana, Santa Ana, 2025” y las expresiones vertidas son autoría del abajo firmante y que se han realizado las correspondientes investigaciones en base a la bibliografía, datos en internet y revistas científicas.

En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad de esta que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se han respetado las disposiciones que protegen los derechos del autor vigente.

A handwritten signature in black ink, reading "Anthony López", is written over a horizontal dashed line. The signature is cursive and stylized.

Anthony Xavier López López

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser el pilar fundamental en cada uno de mis logros. Gracias por sus consejos, sacrificios y por creer siempre en mí.

A mi tutor, por su guía, paciencia y dedicación durante el desarrollo de este trabajo, así como por sus valiosos aportes que hicieron posible la culminación de esta investigación.

Finalmente, a todas aquellas personas que, de una u otra manera, contribuyeron al desarrollo de esta tesis.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por guiarme en cada paso que doy y por darme la fortaleza para no rendirme.

A mis padres, porque han sido y son mi mayor inspiración y motivación para lograr todo lo que me proponga.

A mi familia, por su apoyo incondicional y por acompañarme en este proceso.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACION DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1. 1. MARCO TEÓRICO	2
1.1.1. Generalidades del cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i>)	2
1. 1 .2. Origen y taxonomía del pimiento	3
1. 1.3. Características botánicas del pimiento	4
1. 1.4. Híbrido de pimiento Salvador.....	6
1.1.5. Producción de pimiento en Ecuador	7
1.1.6. Residuos orgánicos.....	8
1.1.6.1 Compost	8
1.1.6.2 Vermicompost	9
1.1.7. Diferencias entre compost y vermicompost	9
1.1.8. Microorganismos que intervienen en el compostaje	10
1. 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1. 3 JUSTIFICACIÓN	12
1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	13

1.5 HIPÓTESIS.....	13
1.5.1 Hipótesis alternativa (H1)	13
1.5.1 Hipótesis nula (H0).....	13
1.6. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.6.1. Objetivo general	14
1.6.2. Objetivos específicos	14
2.1. UBICACIÓN	15
2.2. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS.....	15
2.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	16
2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	16
2.5 TRATAMIENTOS	17
2.5.1 DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS	17
2.6 Análisis estadístico.....	17
2.7 Coeficiente de variación	18
2.9 VARIABLES	18
2.9.1 Variable Independiente	18
2.9.2 Variable dependiente	18
2.10. Materiales utilizados	18
2.11. Variables evaluadas	19
2.12 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	19
2.12.1. Limpieza y nivelación del terreno	19
2.12.2. Delimitación del área de estudio.....	19
2.12.3. Selección de la semilla	20
2.12.4. Obtención y preparación de abonos orgánicos.....	20
2.12.5. Siembra.....	21

2.12.6. Riego.....	21
2.12.7. Deshierbe y control fitosanitario	21
2.12.8. Toma de muestras de suelo	21
CAPÍTULO III	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
2. 1. Resultados de altura de planta	22
3.2. Resultados de Diámetro del tallo.....	23
3.3. Número de hojas.....	24
3.4. Peso de frutos	26
3.5. Número de frutos	26
3.6. Longitud de raíz	27
3.7. Análisis de costo de producción de cada tratamiento	28
CAPÍTULO IV	30
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	30
4.1 CONCLUSIONES	30
4.2 RECOMENDACIONES	31
BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de pimienta	4
Tabla 2. Características edafoclimáticas de la parroquia Lodana	15
Tabla 3. Descripción de los tratamientos.....	17
Tabla 4. Fuente de variación	17
Tabla 5. Resultados del análisis de gastos por tratamiento	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio	15
Figura 2. Croquis de campo	16
Figura 3. Representación gráfica de la altura de los tratamientos	23
Figura 4. Representación gráfica de el diámetro del tallo de los tratamientos .	24
Figura 5. Representación gráfica del número de hojas de los tratamientos.....	25
Figura 6. Representación gráfica del peso de frutos	26
Figura 7. Representación gráfica del número de frutos de los tratamientos	27
Figura 7. Representación gráfica de la longitud de raíz entre los tratamientos	28

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Preparación de los abonos orgánicos	37
Anexo 2. Llenado de bandejas y siembra acorde a los tratamientos establecidos	37
Anexo 3. Semillas de pimiento Salvador	38
Anexo 4. Germinación de plántulas.....	38
Anexo 5. Trasplante de pimiento al terreno definitivo	39
Anexo 6. Recolección de datos de altura por cada tratamiento.....	39
Anexo 7. Recolección de datos de número de frutos	40
Anexo 8. Cosecha.....	40
Anexo 9. Resultados de análisis estadísticos en Infostat de altura, diámetro, peso y número de frutos.	41

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar los efectos de la aplicación de abonos orgánicos sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) híbrido Salvador, en la Finca Experimental Lodana, cantón Santa Ana, durante el periodo 2025. La metodología fue experimental, utilizando un DCA con tres tratamientos y tres repeticiones, los cuales fueron T0 sin aplicación de abono, T1 compost y T2 vermicompost. Se evaluó la altura, número de hojas, longitud de raíz, diámetro de tallo, peso y número de frutos. Los datos fueron analizados en INFOSTAT y se aplicó la prueba de Tukey al 5% de significancia. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, donde el vermicompost presentó el mayor crecimiento y mejor peso del pimiento, mientras el compost mostró una mejor respuesta en comparación con el tratamiento sin abono. En conclusión, la aplicación de abonos orgánicos sí influyó en el desarrollo del pimiento, donde el vermicompost se consideró como la mejor alternativa para el cultivo de pimiento en Santa Ana, Manabí.

Palabras clave: pimiento, abonos orgánicos, compost, vermicompost, crecimiento vegetal.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate how organic fertilizers affect the growth and development of pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrid Salvador, carried out at the Lodana Experimental Farm, in Santa Ana canton, during the 2025 period. The study was done using an experimental approach, with a completely randomized design that included three treatments and three repetitions: T0 without fertilizer, T1 compost, and T2 vermicompost. During the study, variables such as plant height, number of leaves, root length, stem diameter, as well as fruit weight and number of fruits were measured. The data were analyzed using InfoStat software, and Tukey's test at 5% significance was applied to compare the treatments. The results showed clear differences between treatments, where vermicompost gave the highest plant growth and better fruit weight, while compost also performed better compared to the treatment without fertilizer. In conclusion, the use of organic fertilizers did influence the development of pepper plants, and vermicompost turned out to be the best option for growing pepper in Santa Ana, Manabí.

Keywords: pepper, organic fertilizers, compost, vermicompost, plant growth.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el uso de abonos orgánicos ha ido adquiriendo mayor interés en la agricultura, debido a la necesidad de reducir el impacto ambiental generado por los fertilizantes químicos y mejorar la calidad del suelo. Estos insumos, provenientes de materia orgánica en descomposición, contribuyen a aumentar la fertilidad, la actividad microbiana y la retención de humedad, favoreciendo un desarrollo más equilibrado de los cultivos (Arancon y Edwards 2021).

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial, tanto por su valor nutricional como por su demanda en el mercado. Su origen se remonta a América, desde donde se difundió hacia otras regiones, adaptándose a diversas condiciones climáticas. En el caso del híbrido Salvador, se destaca por su rendimiento y calidad de fruto, sin embargo, su crecimiento vegetativo puede verse influenciado por el manejo nutricional (D'Arrigo y Cantarella 2019).

Según datos del SIPA y el III Censo Nacional Agropecuario, en Ecuador se existen alrededor de 956 hectáreas de pimiento, con una producción de 5 517 toneladas anuales, lo que es el 0,04 % de la producción agropecuaria del país; desarrollándose principalmente en la Costa.

Para este tipo de cultivos, el uso de abonos orgánicos constituye una de las prácticas más antiguas y sostenibles en la agricultura, pues desde tiempos ancestrales las comunidades campesinas han empleado estiércoles, residuos vegetales, restos de cosecha y subproductos pesqueros para mejorar la fertilidad del suelo y garantizar el desarrollo de los cultivos. Estos insumos aportan nutrientes de liberación lenta, mejoran la estructura del suelo, incrementan la capacidad de retención de agua y fortalecen la biodiversidad microbiana, lo que se traduce en un crecimiento más equilibrado de las plantas y en la reducción de la dependencia de fertilizantes sintéticos (Malécange et al. 2023).

De acuerdo con Martínez et al. (2020), los abonos orgánicos provenientes de estiércol bovino compostado aportan una liberación gradual de nutrientes que se ajusta a las necesidades del pimiento en sus distintas fases de desarrollo. Además, este tipo de enmienda orgánica contribuye a reducir la dependencia de fertilizantes químicos, favoreciendo sistemas agrícolas más sostenibles y con menor impacto ambiental.

De tal modo que la aplicación de abonos orgánicos no solo incide positivamente en los parámetros agronómicos del pimiento, sino que también contribuye al desarrollo de sistemas agrícolas resilientes, indicando la importancia de investigar su aplicación en condiciones locales, con el fin de generar información que impulse una producción más rentable y ambientalmente responsable en Ecuador. Por ello el presente trabajo tiene como objetivo evaluar los efectos de la aplicación de abonos orgánicos sobre el crecimiento y desarrollo fenológico del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) híbrido salvador, en la Finca Experimental Lodana, Cantón Santa Ana, durante el periodo de estudio 2025.

1. 1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. Generalidades del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*)

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial debido a su amplia aceptación en la alimentación y su valor nutricional, ya que aporta vitaminas, minerales y compuestos bioactivos. Su producción se ha incrementado de manera progresiva en las últimas décadas, impulsada por la demanda del mercado y la diversificación de sistemas de cultivo. Además, el desarrollo de nuevas variedades ha permitido mejorar el rendimiento y la calidad del fruto (Dekebo, 2022).

El cultivo de pimiento puede desarrollarse en diferentes condiciones, aunque muestra un mejor comportamiento cuando se controlan aspectos como la temperatura, la humedad y la fertilización, sobre todo en sistemas donde se tiene mayor manejo; en este sentido, la nutrición de la planta influye directamente en la formación de hojas, tallos y frutos, lo que repercute en su producción (Naeem

et al., 2020). Por esta razón, aplicar fertilizantes adecuados permite obtener mejores resultados en el rendimiento del cultivo (Alfadil et al., 2021).

Además, que los abonos orgánicos han ido usándose más dentro del manejo del pimiento, ya que contribuyen a mejorar las condiciones del suelo y facilitan la disponibilidad de nutrientes para la planta, además de favorecer la actividad biológica; lo cual se refleja en un crecimiento más adecuado del cultivo y en un mejor aprovechamiento de los recursos (Bashir et al., 2021). De igual forma su aplicación puede influir mejorando tanto en la producción como en la calidad de los frutos (Riaz et al., 2022).

1. 1 .2. Origen y taxonomía del pimiento

El pimiento (*Capsicum annuum*) tiene su origen en el continente americano, específicamente en regiones de Centro y Sudamérica, donde fue domesticado por culturas precolombinas hace miles de años. Posteriormente, con la llegada de los europeos al continente, este cultivo se difundió hacia otras partes del mundo, adaptándose a diferentes condiciones climáticas y sistemas de producción (González et al., 2021).

El pimiento corresponde a la familia Solanaceae, en la que también se encuentran cultivos como tomate y papa. En el caso de *Capsicum annuum*, su variabilidad genética ha permitido que se desarrollen distintas variedades e híbridos que se adaptan a diferentes condiciones de cultivo (Smith y Thompson, 2023). Esta diversidad genética también influye en características como forma, tamaño, color y pungencia del fruto.

A continuación, se presenta la clasificación taxonómica del pimiento:

Tabla 1. Taxonomía de pimiento

Categoría	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Capsicum
Especie	<i>Capsicum annuum</i> L.

Fuente: (Pérez et al., 2015).

1. 1.3. Características botánicas del pimiento

El pimiento (*Capsicum annuum*) es una planta herbácea que presenta un desarrollo vegetativo y reproductivo bien definido, lo que permite su adaptación a diferentes condiciones de cultivo. Se caracteriza por tener un crecimiento erecto y ramificado, con una estructura que facilita la formación de flores y frutos en distintos niveles de la planta. Estas características influyen directamente en su manejo agronómico, especialmente en prácticas como poda, tutorado y fertilización (Corozo et al., 2023).

El conocimiento de la estructura botánica del pimiento es fundamental para comprender su comportamiento en campo y su respuesta a diferentes prácticas de manejo. Esto resulta especialmente importante en estudios relacionados con fertilización orgánica, donde el desarrollo de cada órgano vegetal puede verse influenciado por la disponibilidad de nutrientes en el suelo (García-López et al., 2020).

A continuación, se describe su morfología general:

a) Sistema radicular:

El sistema radicular del pimiento es de tipo pivotante, con una raíz principal que puede alcanzar profundidades entre 30 y 60 cm, acompañada de raíces secundarias que se distribuyen en los primeros

horizontes del suelo (Ebrahimi y Eslami, 2020). Presenta una alta capacidad de absorción de agua y nutrientes, especialmente en suelos con adecuado contenido de materia orgánica (López-Valdez et al., 2021). Su desarrollo depende de la estructura del suelo, siendo sensible a la compactación y al exceso de humedad, condiciones que pueden limitar su crecimiento (Mahmoud et al., 2020).

b) Tallo:

El tallo del pimiento es erecto, de consistencia herbácea en sus primeras etapas y con tendencia a lignificarse ligeramente conforme avanza su desarrollo, alcanzando alturas entre 0,5 y 1,5 m dependiendo de la variedad (Corozo et al., 2023). Presenta ramificación dicotómica, lo que permite la formación de varias ramas productivas (Gómez y Rodríguez, 2024). Además, su diámetro puede variar entre 1 y 3 cm, cumpliendo funciones de soporte y transporte de agua y nutrientes hacia los diferentes órganos de la planta (García-López et al., 2020).

c) Hojas:

Las hojas del pimiento son simples, alternas, con forma ovada a lanceolada y longitudes que oscilan entre 5 y 15 cm (Gómez y Rodríguez, 2024). Presentan un color verde intenso y una superficie lisa que favorece la captación de luz solar (Corozo et al., 2023). Cumplen un papel fundamental en la fotosíntesis, proceso mediante el cual se generan los compuestos necesarios para el crecimiento y desarrollo de la planta (Naeem et al., 2020).

d) Flor:

Las flores del pimiento son generalmente solitarias, de color blanco y con una corola compuesta por 5 a 7 pétalos (González et al., 2021). Presentan estructura hermafrodita, lo que permite la autopolinización, aunque también puede darse polinización cruzada en ciertas condiciones (Smith y Thompson, 2023). Se desarrollan en las axilas de las hojas y su tamaño varía entre 1 y 2 cm de diámetro (Pérez et al., 2015).

e) Fruto:

El fruto del pimiento es una baya, tipo alargada, cónica o incluso más cuadrada, con tamaños que varían aproximadamente entre 5 y 20 cm según la variedad (Dekebo, 2022). A medida que madura, cambia de color de verde a rojo, amarillo o naranja, lo que indica su estado de desarrollo (Guijarro et al., 2023). En su interior contiene una gran cantidad de semillas (González et al., 2021).

1. 1.4. Híbrido de pimiento Salvador

El híbrido de pimiento Salvador es una variedad mejorada de *Capsicum annuum* que se caracteriza por su alto potencial productivo y su adaptación a diferentes condiciones de cultivo, especialmente en sistemas intensivos. Este tipo de híbrido ha sido desarrollado con el objetivo de obtener frutos de mejor calidad, mayor uniformidad y resistencia a ciertas condiciones adversas, lo que lo convierte en una opción viable para productores que buscan optimizar su rendimiento (Smith y Thompson, 2023).

El híbrido Salvador se caracteriza por tener un crecimiento fuerte, con buen desarrollo de hojas y una formación adecuada de flores y frutos, además de responder bien cuando se cultiva en invernadero, ya que en este tipo de ambiente se pueden manejar mejor las condiciones que influyen en su desarrollo; un manejo correcto en fertilización y riego permite que la planta alcance un mejor nivel de producción (Dasgan et al., 2023). En general, estas condiciones favorecen que el cultivo exprese de mejor manera sus características productivas.

Este híbrido suele dar frutos uniformes, con buena firmeza y con características comerciales como color, forma y peso que lo hacen atractivo en el mercado, tanto para consumo fresco como para procesos industriales; además, su rendimiento puede mejorar cuando se aplican prácticas como el uso de abonos orgánicos, ya que estos ayudan a mejorar el suelo y la disponibilidad de nutrientes (Bhattarai et al., 2020).

1.1.5. Producción de pimienta en Ecuador

El cultivo de pimienta en Ecuador constituye una actividad relevante dentro del sector hortícola, debido a su creciente demanda en el mercado nacional y su participación en la producción de alimentos. A nivel nacional, se estima que la superficie cultivada fluctúa entre aproximadamente 900 y 2300 hectáreas, con una producción cercana a las 5.000 toneladas, lo que evidencia su aporte dentro del conjunto de hortalizas producidas en el país (SIPA, 2021).

La producción de pimienta se concentra en mayor parte en la región Costa, donde el clima favorece su desarrollo, destacándose provincias como Guayas, Manabí y Esmeraldas por su actividad productiva; en estas zonas se encuentran condiciones como suelos adecuados, temperaturas favorables y disponibilidad de agua, factores que influyen directamente en el rendimiento del cultivo (Dekebo, 2022). Aunque en la región Sierra también se ha ido incrementando su producción mediante el uso de invernaderos, lo que permite adaptarlo a diferentes condiciones de cultivo.

En cuanto al rendimiento, el pimienta puede alcanzar valores entre 19.500 y 28.600 kg por hectárea, dependiendo del manejo agronómico y del nivel tecnológico utilizado, ya que aspectos como la fertilización, el riego y el tipo de material vegetal influyen de manera directa en la productividad (Nejati et al., 2024). Esto evidencia que la aplicación de buenas prácticas agrícolas es necesaria para mejorar la eficiencia del cultivo y obtener mejores resultados.

Además, el cultivo de pimienta es una fuente importante de ingresos y empleo en el sector rural, debido a que requiere mano de obra en varias etapas, desde la siembra hasta la venta del producto; además, su producción está dirigida principalmente al consumo interno, aunque también tiene posibilidades de expandirse hacia otros mercados más exigentes. En este contexto, el pimienta se posiciona como una alternativa productiva que contribuye al desarrollo local y a la sostenibilidad agrícola (Moreno-Reséndez et al., 2021).

1.1.6. Residuos orgánicos

Los residuos orgánicos son materiales de origen biológico que provienen de restos vegetales, animales o actividades agroindustriales, los cuales pueden ser degradados por la acción de microorganismos. Estos residuos incluyen restos de cosechas, estiércol, residuos de alimentos y podas, los cuales, al ser manejados adecuadamente, pueden convertirse en una fuente importante de nutrientes para el suelo (Choudhary et al., 2022).

De igual manera, un buen manejo de los residuos orgánicos permite transformarlos en abonos como el compost y el vermicompost, que son usados con frecuencia en sistemas de agricultura sostenible; estos materiales no solo aportan nutrientes a las plantas, sino que también ayudan a mejorar las condiciones del suelo con el tiempo, disminuyendo el uso de fertilizantes químicos (Khan et al., 2021).

1.1.6.1 Compost

El compost es un abono orgánico obtenido a partir de la descomposición controlada de residuos orgánicos mediante la acción de microorganismos en condiciones aeróbicas. Este proceso permite transformar materiales como restos vegetales, estiércol y residuos domésticos en un producto estable, rico en nutrientes y materia orgánica (El-Sayed y Hassan, 2021).

Durante el proceso de compostaje, los residuos atraviesan varias fases de descomposición donde influyen aspectos como la temperatura, la humedad, la aireación y la relación carbono-nitrógeno; todos estos elementos determinan cómo será el compost obtenido y su contenido de nutrientes. Cuando el proceso se maneja de forma adecuada, se logra un material uniforme y sin presencia de patógenos, listo para ser utilizado en los cultivos (Bashir et al., 2021).

El compost es ampliamente utilizado en la producción agrícola debido a sus beneficios sobre el suelo, ya que mejora su estructura, incrementa la capacidad de retención de agua y favorece la disponibilidad de nutrientes. Además, su

aplicación contribuye al desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles, al reducir el uso de fertilizantes químicos y mejorar la productividad de los cultivos (Ding et al., 2021).

1.1.6.2 Vermicompost

El vermicompost es un tipo de abono orgánico que se obtiene mediante la descomposición de residuos orgánicos con la ayuda de lombrices, generalmente de la especie *Eisenia foetida*. Este proceso, llamado vermicompostaje, permite que la materia orgánica se transforme más rápido y da como resultado un abono de mejor calidad, con mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas (Olle, 2021). En comparación con el compost común, el vermicompost presenta una mayor actividad biológica y una textura más fina, lo que facilita su incorporación al suelo y su aprovechamiento por el cultivo.

Además, este tipo de abono contiene compuestos que favorecen el crecimiento de las plantas, ayudando al desarrollo de las raíces y mejorando su respuesta frente a condiciones poco favorables (Arancon y Edwards, 2021). De tal modo que el uso de vermicompost en la agricultura ha demostrado efectos positivos en el crecimiento y rendimiento de diversos cultivos, incluyendo el pimiento. Su aplicación mejora la fertilidad del suelo, incrementa la disponibilidad de nutrientes y favorece la actividad microbiana, lo que contribuye a un mejor desarrollo de las plantas y a una producción más sostenible (Ayyub et al., 2020)

1.1.7. Diferencias entre compost y vermicompost

El compost y el vermicompost son abonos orgánicos que se obtienen a partir de residuos, pero se diferencian principalmente en la forma en que se producen; el compost se genera por la descomposición aeróbica de la materia orgánica, donde participan microorganismos bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y oxígeno, mientras que el vermicompost se forma con la acción conjunta de microorganismos y lombrices, lo que hace que el proceso sea más rápido y el producto final tenga mejor calidad (Olle, 2021).

En relación con sus propiedades, el vermicompost tiene una textura más fina, mayor estabilidad y más nutrientes disponibles para las plantas, debido a que las lombrices transforman los residuos en compuestos más fáciles de asimilar; por otro lado, el compost aporta materia orgánica que mejora la estructura del suelo, ayuda a retener agua y favorece la formación de agregados estables (Mahmoud et al., 2020).

Desde el punto de vista agronómico, los dos abonos aportan beneficios al crecimiento de las plantas, pero su efecto puede variar, ya que el vermicompost además de nutrir contiene sustancias que estimulan el desarrollo vegetal y el crecimiento de las raíces, mientras que el compost actúa más como un mejorador del suelo a largo plazo (Arancon y Edwards, 2021); estos efectos se han observado en cultivos hortícolas, donde el uso de abonos orgánicos contribuye a mejorar tanto el rendimiento como la calidad de los productos (Bhattarai et al., 2020).

1.1.8. Microorganismos que intervienen en el compostaje

El proceso de compostaje depende en gran medida de la acción de distintos microorganismos que se encargan de descomponer la materia orgánica hasta convertirla en un material estable y con valor nutritivo; entre los más importantes están bacterias, hongos y actinomicetos, que van actuando en diferentes momentos del proceso y utilizan los residuos como fuente de energía, permitiendo la liberación de nutrientes que luego pueden ser aprovechados por las plantas (Choudhary et al., 2022).

En las primeras etapas predominan las bacterias, ya que descomponen compuestos más simples y generan calor, lo que ayuda a reducir la presencia de organismos dañinos, mientras que con el avance del proceso los hongos toman mayor importancia al degradar materiales más complejos como la celulosa y la lignina, y finalmente los actinomicetos participan en la fase final, ayudando a estabilizar el compost y a formar humus (Hussain et al., 2022).

La actividad de estos microorganismos también depende de factores como la aireación, la humedad y la relación carbono-nitrógeno, ya que de esto depende que el proceso se dé de manera eficiente y se obtenga un producto de buena calidad; cuando estos aspectos se manejan correctamente, se favorece la degradación de los residuos y se mejora el resultado final, además de aportar microorganismos beneficiosos al suelo (López-Valdez et al., 2021).

Por otra parte, en los sistemas agrícolas, el uso de abonos orgánicos que contienen estos microorganismos puede favorecer procesos biológicos en el suelo que influyen en el desarrollo de las plantas, ya que participan en la liberación de nutrientes y en la mejora de la estructura del suelo; en cultivos como el pimiento, esto puede reflejarse en un mejor crecimiento y una mayor producción cuando se aplican este tipo de enmiendas (Gamboa et al., 2021).

1. 2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Ecuador, el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) se ha consolidado como una de las hortalizas de mayor demanda en el mercado nacional. Sin embargo, muchos productores dependen casi exclusivamente de fertilizantes de origen químico como fuente principal de nutrición para el cultivo. El uso continuo e irracional de estos insumos deteriora progresivamente la estructura del suelo, reduce la porosidad, disminuye la actividad microbiana y provoca pérdida de fertilidad, afectando directamente la productividad del pimiento (Pérez et al. 2015).

Ecuador es altamente dependiente de la importación de fertilizantes: aproximadamente el 99,5 % de los fertilizantes consumidos provienen del extranjero, destacando la urea (30,6 %), nitrato de amonio (9,7 %), MOP (20,9 %), sulfato de potasio (21 %), DAP (11,4 %) y N-P-K (6,4 %) (Martínez et al. 2020).

Durante 2022, el precio de la urea aumentó de USD 391,67 a USD 829,41 por tonelada, es decir, un incremento de más del 100 %, además que la importación de potasio, alternativa a la urea, también se elevó, debido que Ecuador adquirió

84 137 toneladas por USD 64 millones, con aumentos del 76 % en volumen y 22 % en valor respecto al mismo período de 2021. Estos costos elevados limitan el acceso de los pequeños productores a fertilización adecuada y afectan la rentabilidad del cultivo (González et al. 2022).

Asimismo, la degradación del suelo y los altos costos de fertilizantes químicos hacen evidente la necesidad de alternativas sostenibles, de hecho, Gamboa et al. (2021) destacan que la nutrición inadecuada impacta negativamente en el crecimiento vegetativo y la calidad del fruto. Por su parte, Zambrano y Vinueza (2018) señalan que los abonos orgánicos, como compost y vermicompost, mejoran la estructura del suelo, incrementan la actividad microbiana y permiten un suministro de nutrientes más balanceado y sostenido.

Además de la falta de capacitación técnica y desconocimiento sobre prácticas de agricultura orgánica limita la adopción de estas alternativas. Por ello, el presente estudio se enfoca en evaluar diferentes mezclas de abonos orgánicos para el cultivo de pimiento en Ecuador.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación sobre el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) se justifica por la necesidad de encontrar alternativas de nutrición sostenible que optimicen el crecimiento y desarrollo del cultivo, mediante el uso de diferentes tipos de abonos orgánicos. El empleo de sustratos de origen orgánico incrementa la actividad microbiana y contribuye a mantener la fertilidad a largo plazo, disminuyendo la dependencia de fertilizantes químicos costosos y de importación, siendo una práctica que representa una oportunidad valiosa para que los pequeños y medianos productores reduzcan costos de producción (Zambrano y Vinueza 2018).

Este estudio busca analizar cómo se desarrolla el cultivo de pimiento al aplicar distintos abonos orgánicos, tomando en cuenta variables importantes como la germinación, la altura, el número de hojas, la floración, la cantidad de botones y de frutos; la evaluación de estos aspectos permitirá comparar el efecto de cada

abono y así obtener información útil para mejorar las prácticas de fertilización de acuerdo con las condiciones del lugar (Pérez et al., 2015).

Desde el punto de vista socioeconómico, los resultados permitirán tener una idea más clara sobre qué tan viable es el cultivo de pimiento como opción productiva para los agricultores de la zona, sobre todo en lugares donde la horticultura aún está en crecimiento; además, esto puede ayudar a mejorar las prácticas de manejo, aumentar la productividad y obtener frutos de mejor calidad, fortaleciendo así la producción local y su presencia en el mercado.

De esta manera, la investigación no solo aporta datos científicos, sino que también ofrece un modelo replicable para la adopción de prácticas agrícolas sostenibles en otras zonas con condiciones similares del Ecuador.

1.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuál es el efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre el crecimiento vegetativo de pimiento en el cantón Santa Ana, Manabí?
- ¿Cuál de los tratamientos aplicados favorece más el crecimiento vegetativo de pimiento híbrido Salvador?

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 Hipótesis alternativa (H1)

HA: Al menos uno de los tratamientos presentó diferencias significativas en el desarrollo de pimiento híbrido salvador en el cantón Santa Ana, Manabí.

1.5.1 Hipótesis nula (H0)

H0: Ninguno de los tratamientos presentó diferencias significativas en el desarrollo de pimiento híbrido salvador en el cantón Santa Ana, Manabí.

1.6. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.6.1. Objetivo general

- Evaluar los efectos de la aplicación de abonos orgánicos sobre el crecimiento y desarrollo fenológico del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) híbrido salvador, en la Finca Experimental Lodana, Cantón Santa Ana, durante el periodo de estudio 2025.

1.6.2. Objetivos específicos

- Analizar el comportamiento fenológico del pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo la aplicación de los tres abonos orgánicos, considerando variables como germinación, altura, número de hojas y frutos.
- Determinar el mejor tratamiento en base a la mejor respuesta en términos de crecimiento y desarrollo vegetativo.
- Realizar una estimación económica de los tratamientos evaluados.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. UBICACIÓN

Este trabajo de investigación se realizó en la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, provincia de Manabí en la Finca experimental Lodana de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), con las siguientes coordenadas: Latitud sur: 1° 18' 33" Longitud oeste: 80° 38' 52". y Altitud 47 m.s.n.m. (Dices.net 2022).



Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

Fuente: Google Earth (2025)

2.2. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS

Tabla 2. Características edafoclimáticas de la parroquia Lodana

Características	Descripción
Clima	Ecuatorial mesotérmico semi-húmedo.
Precipitación	Oscila entre 700 y 900 mm anuales, con lluvias principales en febrero a mayo y octubre a noviembre.
Temperatura	Promedio anual entre 12°C y 20°C; máxima de 30°C y mínima de 6°C.
Humedad Relativa	Varía entre 65% y 85%.
Tipo de Suelo	Principalmente Mollisols (13.4% del territorio), caracterizados por ser suelos limosos y arcillosos, profundos y fértiles.

Fuente: (GAD Parroquial de Santa Ana 2019).

2.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se llevó a cabo una investigación de carácter descriptivo, orientada a observar las características del problema, identificar sus posibles causas y comprobar la hipótesis planteada, apoyándose tanto en información bibliográfica y los datos obtenidos en el trabajo de campo.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación se desarrolló bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con un arreglo unifactorial, correspondiente al tipo de fertilizante aplicado. Se establecieron tres tratamientos (testigo, compost y vermicompost) con tres repeticiones cada uno, con el fin de garantizar la confiabilidad estadística de los resultados.

El área total del experimento será de 325 m², dividida en parcelas de 16 m² cada una, y cada parcela tendrá una muestra de 16 plantas con un distanciamiento de 1 m entre planta e hileras, que conforman las nueve unidades experimentales distribuidas en tres bloques.

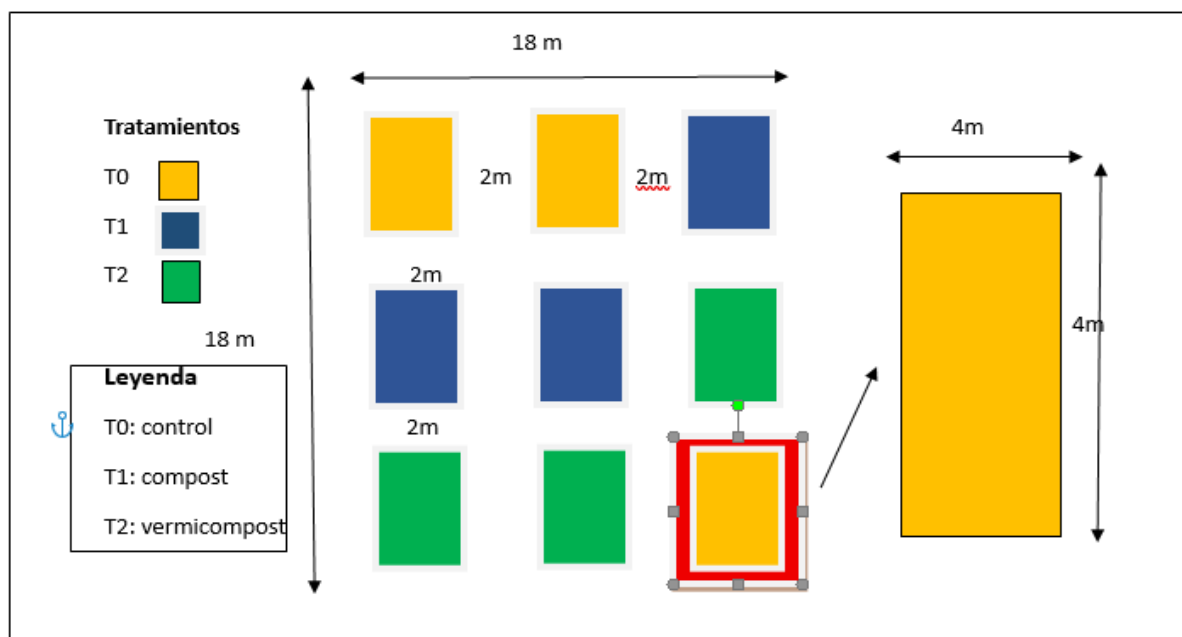


Figura 2. Croquis de campo

Elaborado por: Autor

2.5 TRATAMIENTOS

2.5.1 DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS

Para evaluar la eficiencia de los abonos orgánicos en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.), se establecieron tres tratamientos: un testigo sin fertilización, y dos tratamientos con abonos orgánicos. Cada tratamiento tuvo 3 réplicas. En la Tabla 3 se detallan los códigos y las características de cada tratamiento aplicado en el estudio.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos

Código	Tratamiento	Descripción
T0	Testigo	Sin aplicación de abono
T0	Orgánico 1	Compost
T1	Orgánico 2	Vermicompost

2.6 Análisis estadístico

Los datos recolectados fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Para la comparación de medias se aplicó la Prueba de Tukey al 5 % de significancia. El procesamiento estadístico se llevó a cabo con el software InfoStat.

Tabla 4. Fuente de variación

Fuentes de variación	G.L.
Tratamientos	2
Repeticiones	2
Error	4
Total	8

2.7 Coeficiente de variación

Este análisis permitió determinar la precisión del experimento, y para ello se efectuó la siguiente fórmula:

$$C.V = \frac{\sqrt{C.M}}{X} * 100$$

2.9 VARIABLES

2.9.1 Variable Independiente

- Abonos orgánicos

2.9.2 Variable dependiente

- Crecimiento de pimiento híbrido Salvador

2.10. Materiales utilizados

Materiales orgánicos

- Tierra
- Residuos vegetales
- Residuos de ganado

Materiales de campo

- Palas
- Balanza
- Rastrillos
- Machetes
- Sacos
- Regla graduada
- Cinta métrica
- Hojas de registro

2.11. Variables evaluadas

Para evaluar el desarrollo fenológico y productivo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo los diferentes tratamientos de abonos orgánicos, se analizaron las siguientes variables:

- **Altura de planta:** Se midió a los 15 y 30 días desde la base del tallo hasta el ápice de la planta utilizando una cinta métrica graduada en centímetros (cm). Los datos se registraron en tabla para cada tratamiento y réplica.
- **Diámetro del tallo:** Se determinará cada 15 días empleando una cinta métrica, midiendo el grosor del tallo en su parte media. La medida se expresó en centímetros (cm).
- **Número de hojas:** Se contaron todas las hojas de cada planta cada 15 días, registrando los datos en tablas para observar la variación en el desarrollo foliar de acuerdo con cada tratamiento.
- **Peso de frutos:** Los frutos de cada planta se cosecharon y se pesaron utilizando una balanza, y el peso se expresó en gramos (g).
- **Número de frutos:** Se contó el número total de frutos en cada planta.
- **Longitud de raíz:** Se extrajeron las raíces para medir su longitud total utilizando una regla graduada en centímetros (cm).

2.12 Manejo del experimento

2.12.1. Limpieza y nivelación del terreno

Antes de la siembra, el área experimental fue limpiada de malezas y restos de cultivos anteriores. Se realizó la nivelación del terreno mediante el uso de tractor agrícola para garantizar uniformidad en las parcelas y facilitar la distribución de los tratamientos. Posteriormente se llevó a cabo un deshierbe manual para eliminar plantas competidoras que pudieran afectar el desarrollo del pimiento.

2.12.2. Delimitación del área de estudio

El área experimental fue delimitada en parcelas de tamaño uniforme, separadas por franjas de 2 m para evitar interferencias entre tratamientos. Cada parcela fue

identificada con códigos correspondientes a los tratamientos: T0 (testigo), T0 (compost) y T1 (vermicompost), asegurando un manejo organizado y controlado de la investigación.

2.12.3. Selección de la semilla

Se utilizó semilla certificada híbrido Salvador (*Capsicum annuum* L.) adquirida en Agripac, garantizando alta germinación, sanidad del material vegetal y uniformidad en el desarrollo de las plántulas.

2.12.4. Obtención y preparación de abonos orgánicos

El estiércol de vacuno y restos vegetales fueron obtenidos de la finca “Lodana”. Se determinó el volumen y la proporción de cada material antes de la preparación de los abonos. Posteriormente, los materiales fueron tamizados para eliminar partículas grandes y mezclados de acuerdo con las proporciones requeridas para cada tratamiento.

- **Preparación del compost:** El compost se elaboró utilizando estiércol de vacuno, restos vegetales como cáscara de maní y cascarilla de arroz, y tierra agrícola proveniente de la capa arable en donde todos estos sustratos fueron aplicados de manera homogénea.

A continuación, se describen los sustratos que fueron utilizados para el compost.

- a) Estiércol de vaca
 - b) Fibra de coco
 - c) Materia orgánica
 - d) Cascara de arroz
- **Preparación del humus de lombriz:** Se compró el abono de lombriz ya preparada en donde su presentación trae detallada que trae un 28.51% de materia orgánica adecuada para estos tipos de cultivo ya que esta viene preparada directamente de la descomposición de las lombrices californiana y es lo que se utiliza en el ensayo a emplear

2.12.5. Siembra

La siembra de las plántulas de pimiento se realizó en surcos previamente preparados, respetando el espaciamiento recomendado de 1 m entre plantas y 1 m entre hileras. Esto asegura una densidad adecuada y facilita la aplicación de los abonos.

2.12.6. Riego

Se implementó riego por goteo, garantizando humedad constante en el suelo, especialmente durante las etapas críticas de germinación y crecimiento inicial del cultivo.

2.12.7. Deshierbe y control fitosanitario

El deshierbe se realizó de manera manual cada 15 días para eliminar malezas competidoras. El control fitosanitario se ejecutará de forma mecánica evitando el uso de agroquímicos que pudieran interferir con la evaluación de los abonos orgánicos.

2.12.8. Toma de muestras de suelo

Para evaluar las condiciones nutricionales y físicas del suelo, se recolectaron muestras representativas antes de la siembra y nuevamente dos semanas antes de finalizar el ensayo. Estas muestras permitieron comparar los efectos de los tratamientos sobre la fertilidad y estructura del suelo.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2. 1. Resultados de altura de planta

En la figura 3 se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) en la altura de plantas a los 15 días. El tratamiento T1 (vermicompost) presentó el mayor valor con 5,58 cm, seguido de T0 con 5,32 cm y T2 con 5,31 cm. Este comportamiento sugiere que la aplicación de vermicompost favoreció el crecimiento inicial del cultivo, posiblemente debido a la mayor disponibilidad de nutrientes fácilmente asimilables y a la presencia de microorganismos que estimulan el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes desde las primeras etapas.

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Arancon y Edwards (2021), quienes observaron incrementos en la altura inicial del pimiento entre 5,5 y 6,2 cm al aplicar vermicompost, mientras que Ebrahimi y Eslami (2020) también registraron valores cercanos de 5,8 cm en plantas tratadas con abonos orgánicos; esto muestra que los datos de este estudio se mantienen dentro de rangos similares. En cambio, Ayyub et al. (2020) reportaron alturas un poco más bajas, entre 4,8 y 5,3 cm.

Asimismo, se observan diferencias significativas ($p < 0,05$) en la altura de planta a los 60 días, por ejemplo, el tratamiento T1 alcanzó el mayor valor con 83,71 cm, seguido por T2 con 80,92 cm y T0 con 78,24 cm. Estos resultados indican que el vermicompost favoreció el crecimiento sostenido del cultivo, lo cual puede atribuirse a su efecto en la mejora de la fertilidad del suelo, liberación progresiva de nutrientes y estimulación de la actividad biológica, factores que influyen directamente en el desarrollo vegetativo del pimiento.

Alfadil et al. (2021) reportaron alturas entre 80 y 90 cm en plantas de pimiento bajo el uso de abonos orgánicos, mientras que Bhattarai et al. (2020) obtuvieron valores entre 75 y 85 cm, resaltando el efecto positivo de este tipo de fertilización en el crecimiento del cultivo; estos resultados son cercanos a los encontrados en este

estudio. Por otro lado, García-López et al. (2020) registraron alturas más bajas, entre 70 y 78 cm, lo que indica que en este caso se lograron valores mayores, mostrando una buena respuesta del cultivo al uso de vermicompost.

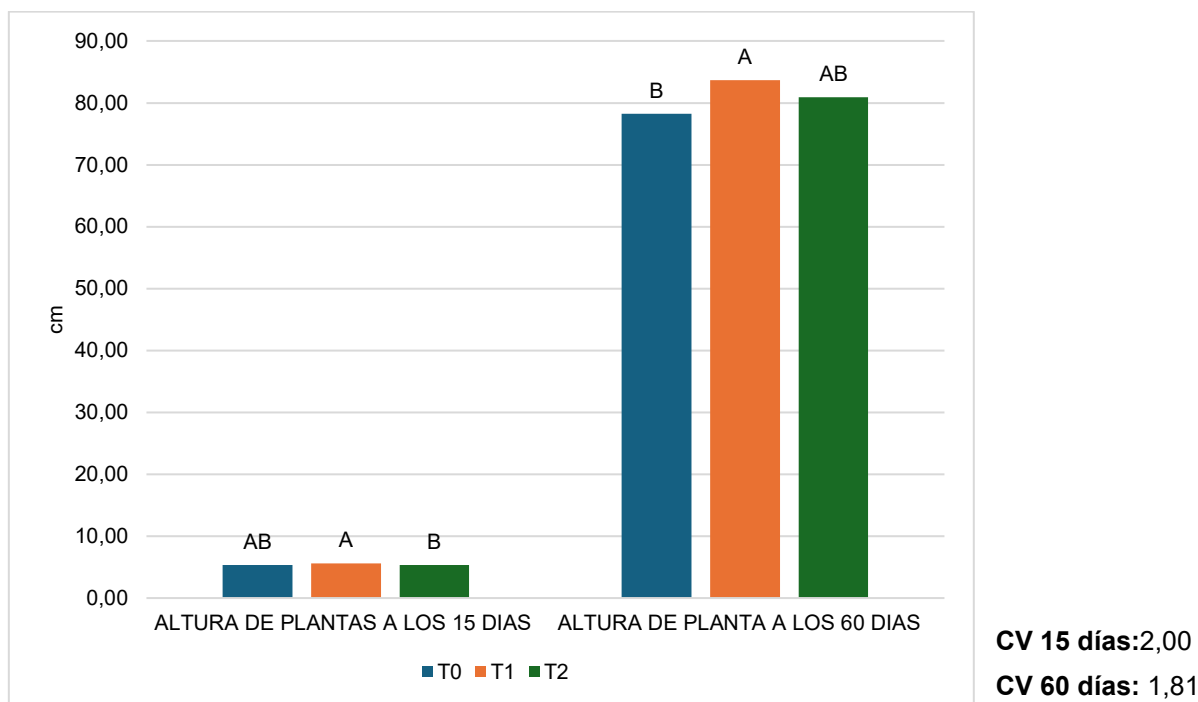


Figura 3. Representación gráfica de la altura de los tratamientos

Nota. Letras diferentes muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), entre las medias.

3.2. Resultados de Diámetro del tallo

En la figura 4 se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) en el diámetro de tallo. El tratamiento T1 presentó el mayor valor con 4,12 cm, seguido por T2 con 3,97 cm, mientras que T0 registró el menor valor con 3,67 cm. Estos resultados indican que el vermicompost favoreció un mayor engrosamiento del tallo, lo cual puede atribuirse a una mejor disponibilidad de nutrientes y a un adecuado balance nutricional que promueve un desarrollo estructural más sólido de la planta.

Estos resultados son similares a los reportados por García-López et al. (2020), quienes obtuvieron diámetros de tallo entre 3,8 y 4,2 cm en plantas de pimiento bajo fertilización orgánica. De igual manera, Ebrahimi y Eslami (2020) registraron valores cercanos a 4,0 cm, evidenciando un efecto positivo de los abonos orgánicos en la estructura de la planta. Por otro lado, Khan et al. (2021) reportaron valores

menores, entre 3,2 y 3,7 cm, lo que sugiere que en este estudio se logró un mejor desarrollo del tallo, especialmente en el tratamiento T1.

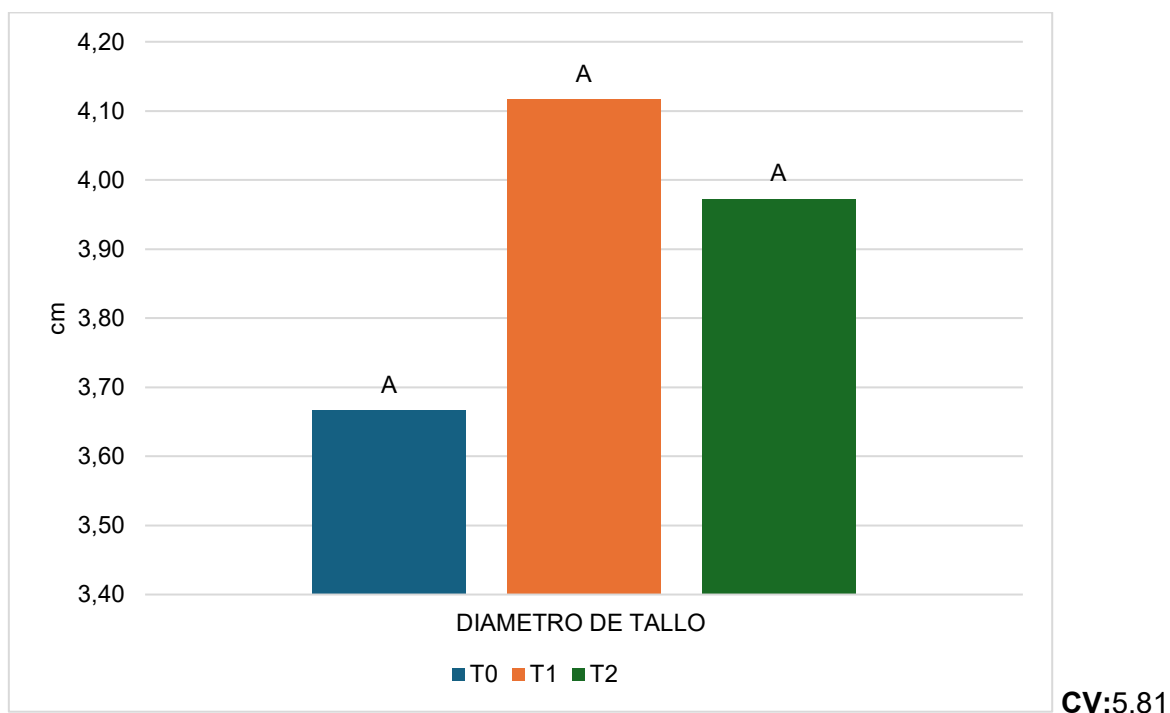


Figura 4. Representación gráfica de el diámetro del tallo de los tratamientos

Nota. Letras diferentes muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), entre las medias.

3.3. Número de hojas

En la figura 5 se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) en el número de hojas a los 15 días. El tratamiento T1 presentó el mayor valor con 4,07 hojas, seguido por T2 con 3,38 y T0 con 3,35 hojas. Este resultado muestra que el vermicompost ayudó a que la planta produzca más hojas en sus primeras etapas, lo que puede deberse a que hay mayor disponibilidad de nutrientes como el nitrógeno, necesarios para el crecimiento de la parte vegetativa. Esto influye directamente en la formación de hojas y en el desarrollo inicial del cultivo.

Datos parecidos fueron encontrados por Ayyub et al. (2020), quienes observaron entre 4 y 5 hojas en etapas tempranas con el uso de abonos orgánicos, mientras que Ebrahimi y Eslami (2020) registraron alrededor de 4,2 hojas en condiciones similares; en cambio, Naeem et al. (2020) obtuvieron valores más bajos, entre 3 y

3,5 hojas, lo que indica que en este estudio el cultivo respondió mejor al vermicompost.

También se pudo notar que existen diferencias claras en el número de hojas a los 60 días ($p < 0,05$), donde el tratamiento T1 presentó el valor más alto con 24,97 hojas, seguido de T2 con 23,27 hojas y finalmente T0 con 22,33 hojas; esto refleja que el uso de vermicompost favoreció un mayor desarrollo de hojas, posiblemente porque libera nutrientes de forma más constante y mejora la actividad biológica del suelo.

En relación con otros estudios, Alfadil et al. (2021) obtuvieron entre 23 y 26 hojas en plantas de pimienta con fertilización orgánica, resultados que se asemejan a los de este trabajo, mientras que Bhattarai et al. (2020) reportaron entre 20 y 25 hojas, confirmando una buena respuesta del cultivo; por otro lado, Hussain et al. (2022) registraron valores más bajos, entre 18 y 22 hojas, lo que sugiere que en este caso el vermicompost permitió un mejor desarrollo foliar.

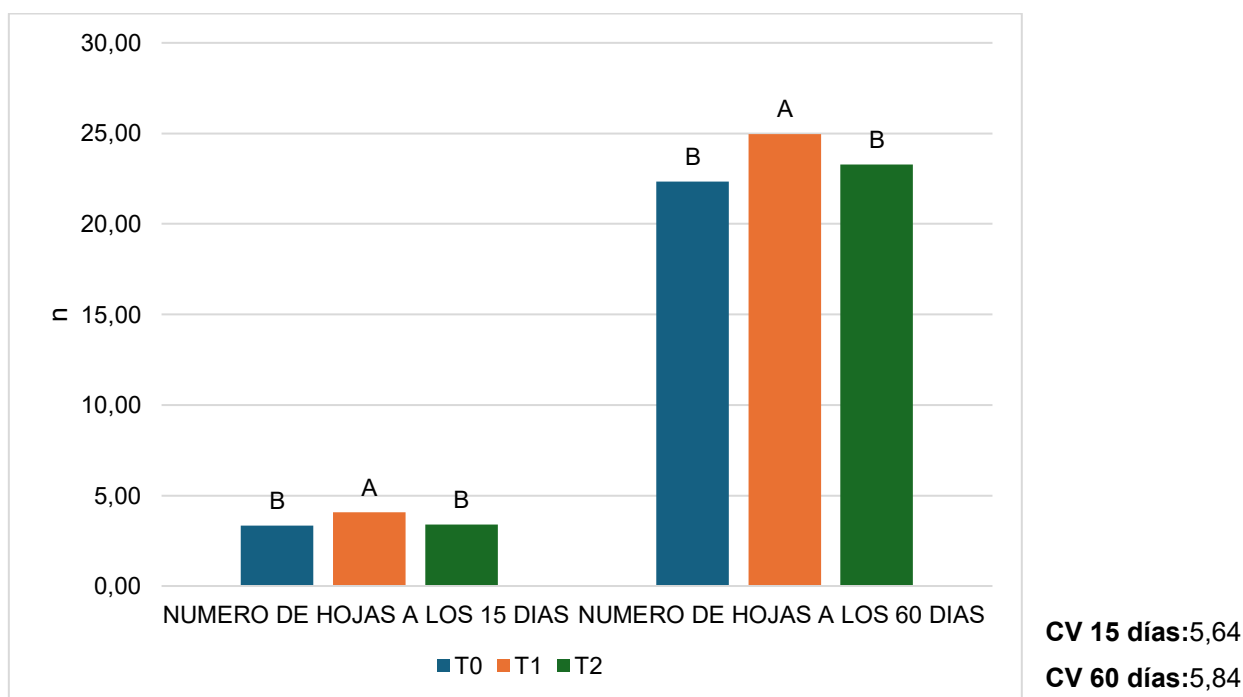


Figura 5. Representación gráfica del número de hojas de los tratamientos

Nota. Letras diferentes muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), entre las medias.

3.4. Peso de frutos

En la figura 6 se evidencia que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en el peso del fruto. El tratamiento T1 presentó el mayor valor con 63,94 g, seguido por T2 con 60,20 g, mientras que T0 obtuvo el menor peso con 52,59 g. Estos resultados indican que el vermicompost favoreció el desarrollo del fruto, lo cual puede estar relacionado con una mayor disponibilidad de nutrientes durante la etapa reproductiva, especialmente aquellos asociados al llenado y calidad del fruto.

Bhattarai et al. (2020) encontraron pesos de fruto entre 60 y 70 g en plantas tratadas con abonos orgánicos, valores que se asemejan a los obtenidos en este estudio, mientras que Alfadil et al. (2021) reportaron promedios cercanos a 65 g bajo condiciones similares. Por otro lado, El-Sayed y Hassan (2021) registraron pesos más bajos, entre 50 y 58 g, lo que indica que el tratamiento T1 permitió lograr un mejor rendimiento en la producción de frutos.

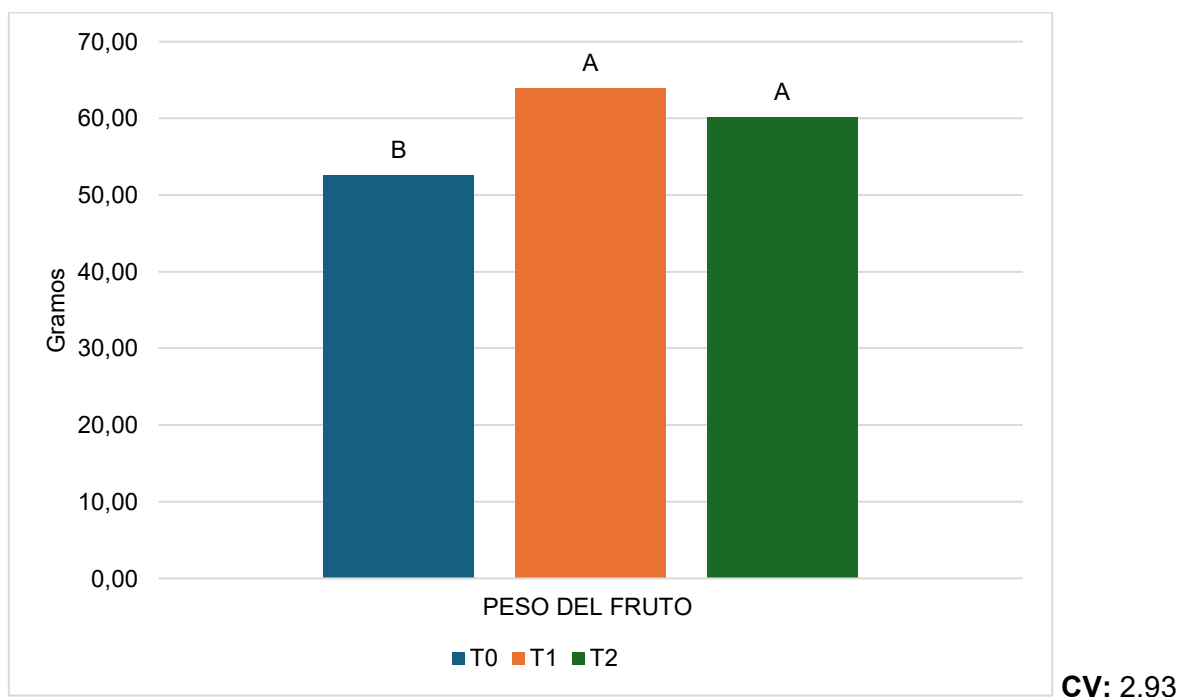


Figura 6. Representación gráfica del peso de frutos

Nota. Letras diferentes muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), entre las medias.

3.5. Número de frutos

En la figura 6 se evidencia que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en el número de frutos. El tratamiento T1 presentó el mayor valor con 7,28 frutos, seguido

por T2 con 6,90 frutos, mientras que T0 registró el menor valor con 6,51 frutos. Este comportamiento indica que el vermicompost favoreció la producción del cultivo, posiblemente debido a su efecto en la mejora de la fertilidad del suelo, la disponibilidad de nutrientes y la estimulación de procesos fisiológicos que influyen en la formación y desarrollo de frutos.

En relación con estos resultados, Ayyub et al. (2020) reportaron entre 7 y 9 frutos por planta en cultivos de pimiento bajo fertilización orgánica, coincidiendo con los valores obtenidos en este estudio. Asimismo, Alfadil et al. (2021) registraron valores cercanos a 7 frutos por planta, evidenciando una respuesta positiva del cultivo. En contraste, Naeem et al. (2020) reportaron valores menores, entre 5 y 6 frutos, lo que sugiere que el uso de vermicompost permitió mejorar la producción en comparación con otros sistemas de fertilización.

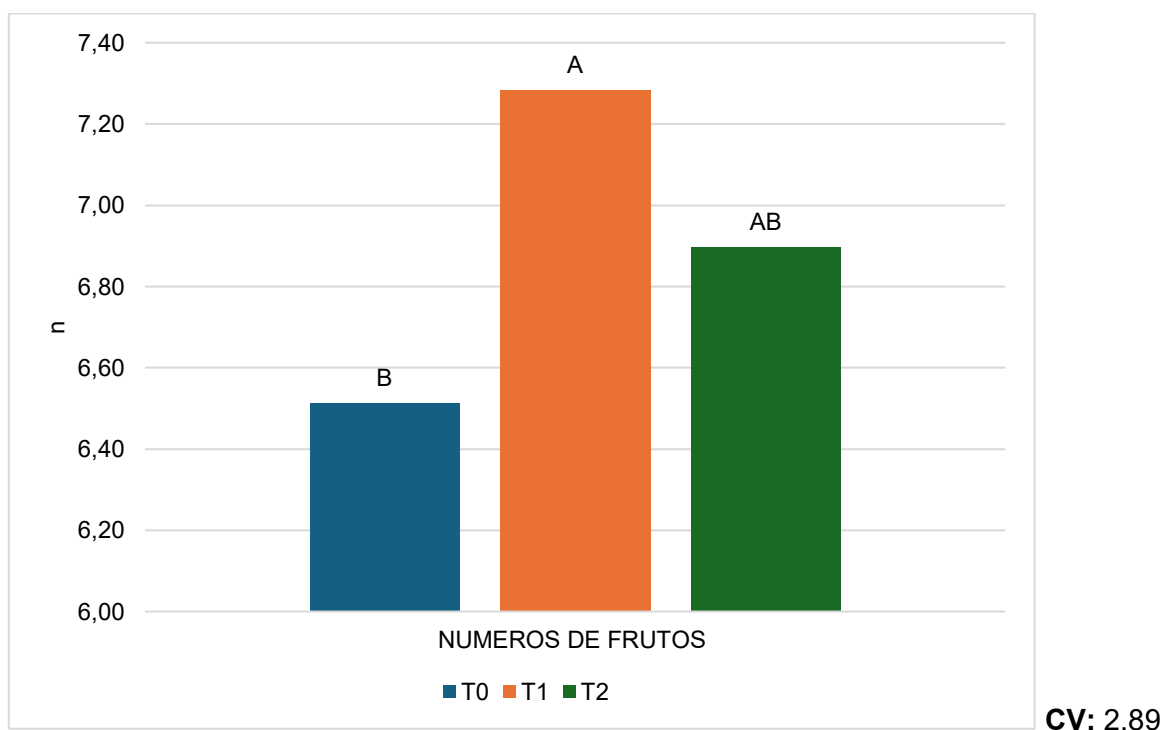


Figura 7. Representación gráfica del número de frutos de los tratamientos

Nota. Letras diferentes muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), entre las medias.

3.6. Longitud de raíz

En la figura 8 se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$) en la longitud de raíz. El tratamiento T2 presentó el mayor

valor con 52,13 cm, seguido por T1 con 51,53 cm, mientras que T0 registró el menor valor con 49,16 cm. Este comportamiento sugiere que tanto el vermicompost como el compost favorecieron el desarrollo radicular, aunque en este caso el tratamiento T2 mostró una ligera ventaja, posiblemente debido a una mejor estructura del suelo que permitió mayor penetración y expansión de las raíces.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Bashir et al. (2021), quienes encontraron longitudes radiculares entre 50 y 55 cm en cultivos tratados con enmiendas orgánicas. De igual manera, López-Valdez et al. (2021) reportaron incrementos en el desarrollo radicular superiores a 50 cm cuando se incorporan abonos orgánicos al suelo. Por otro lado, Mahmoud et al. (2020) registraron valores menores, entre 45 y 50 cm, lo que indica que los resultados obtenidos en este estudio reflejan un efecto favorable de los tratamientos aplicados.

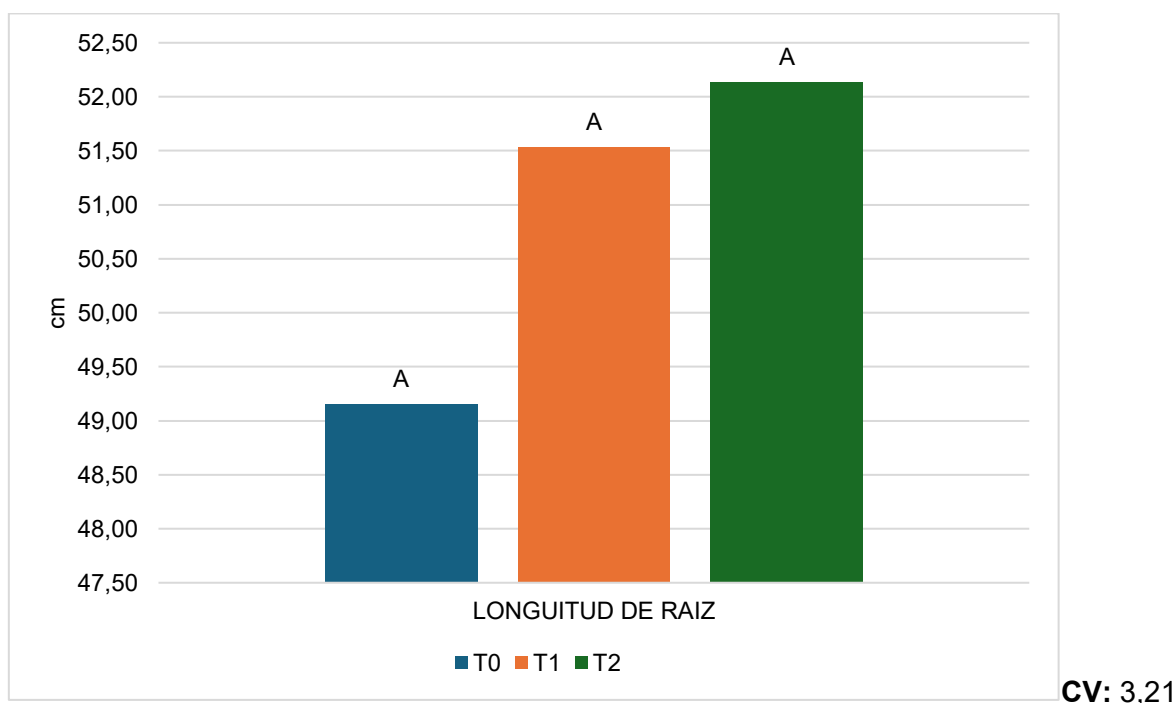


Figura 8. Representación gráfica de la longitud de raíz entre los tratamientos
Nota. Letras diferentes muestran diferencia significativa ($p < 0,05$), entre las medias.

3.7. Análisis de costo de producción de cada tratamiento

El análisis de los costos muestra que el tratamiento sin aplicación de abono (T0) presentó el menor gasto total, con un valor de 260,00 USD, lo cual se debe principalmente a que no se incurre en costos por la adquisición o preparación de

insumos orgánicos, además de requerir menor intervención en las labores de manejo.

En el tratamiento con compost (T1), el costo subió a 330,00 USD, debido al uso de materiales para su elaboración y al mayor trabajo requerido en la preparación y aplicación; aun así, este valor se mantiene accesible si se considera el beneficio que aporta al suelo. Por su parte, el tratamiento con vermicompost (T2) alcanzó el mayor costo con 365,00 USD, lo cual está relacionado con el mayor valor de los insumos utilizados y una ligera mayor demanda de mano de obra. Sin embargo, la diferencia económica respecto al compost no es amplia, por lo que este incremento puede justificarse en función de los beneficios obtenidos en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Tabla 5. Resultados del análisis de gastos por tratamiento

Tipo de gasto	Descripción	T0	T1	T2
Semillas	Semillas híbrido Salvador	80,00	80,00	80,00
Sistema de riego	Riego por goteo (mangueras, gote-ros, conexiones)	50,00	50,00	50,00
Insumos orgá-nicos	Materia prima para compost	—	50,00	—
	Materia prima para vermicompost	—	—	75,00
Mano de obra	Preparación de sustratos y manejo	80,00	100,00	110,00
Transporte	Viáticos y movilización	50,00	50,00	50,00
TOTAL		260,00	330,00	365,00

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se determinó que los tratamientos evaluados presentaron diferencias en el desarrollo vegetativo y productivo del cultivo de pimiento híbrido Salvador (*Capsicum annuum* L.) bajo las condiciones del cantón Santa Ana. El tratamiento con vermicompost (T2) mostró un mejor comportamiento en la mayoría de variables evaluadas, destacándose en altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, peso y número de frutos.
- Se evidenció que el uso de abonos orgánicos si tiene efecto sobre el crecimiento del cultivo, ya que tanto el compost (T1) como el vermicompost (T2) fueron mayores al testigo (T0).
- Asimismo, se observó que los tratamientos con abonos orgánicos favorecieron la longitud de la raíz, siendo el tratamiento T3 el que presentó los mejores resultados.
- El análisis de costos mostró que el tratamiento testigo (T0) presentó el menor costo, mientras que el vermicompost (T2) registró el mayor costo. Sin embargo, la diferencia entre los tratamientos con abonos orgánicos no fue significativa.
- Se acepta la hipótesis alternativa (H1), ya que al menos uno de los tratamientos presentó diferencias significativas en el desarrollo del cultivo de pimiento híbrido Salvador en el cantón Santa Ana, Manabí.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar trabajos donde se comparen distintos híbridos y variedades de pimiento, observando cómo responden al uso de abonos orgánicos, con la finalidad de identificar cuáles se adaptan mejor y producen más bajo este tipo de manejo. También sería útil analizar el comportamiento entre materiales tradicionales e híbridos junto con diferentes formas de fertilización.
- Para futuras investigaciones, sería importante considerar otros tipos de abonos orgánicos e incluso compararlos con fertilizantes químicos, con el fin de ver cuál opción da mejores resultados en crecimiento, producción y sostenibilidad del cultivo.
- Además, se podrían hacer ensayos aplicando diferentes cantidades de compost y vermicompost, buscando determinar qué dosis funciona mejor sin generar efectos negativos en el desarrollo del cultivo.
- También sería recomendable incluir análisis económicos más completos, especialmente evaluando la relación entre lo que se invierte y lo que se obtiene, para tener una idea más clara sobre la rentabilidad de usar abonos orgánicos.
- Por último, se sugiere acompañar estos estudios con análisis de suelo antes y después de aplicar los tratamientos, para observar los cambios en sus propiedades y entender mejor cómo influyen estos abonos en el sistema de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Abd El-Mageed, T. A., Rady, M. M., Taha, R. S., Abd El Azeam, S., y Simpson, C. R. (2020). Active yeast extract improves growth, yield and fruit quality of sweet pepper under saline conditions. *Agronomy*, 10(5), 1–15.
<https://doi.org/10.3390/agronomy10050720>
- Alfadil, A., Ibrahim, E., y Abdelrahman, M. (2021). Organic fertilization improves growth and productivity of sweet pepper under greenhouse conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 44(9), 1325–1337.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1871743>
- Arancon, N. Q., y Edwards, C. A. (2021). Effects of vermicomposts on plant growth. *Pedobiologia*, 85, 150709.
<https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2020.150709>
- Ayyub, C. M., Amjad, M., y Ahmad, R. (2020). Evaluation of organic fertilizers on growth and yield of bell pepper. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 57(2), 453–460. <https://www.pakjas.com.pk>
- Bashir, S., Hussain, Q., Akmal, M., y Riaz, M. (2021). Role of organic amendments in improving soil fertility and crop productivity. *Sustainability*, 13(6), 3452. <https://doi.org/10.3390/su13063452>
- Bhattarai, S., Midmore, D., y Pendergast, L. (2020). Yield and growth responses of capsicum to organic fertilizers. *Scientia Horticulturae*, 265, 109236.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109236>
- Choudhary, M., Pandey, R., y Singh, R. (2022). Organic nutrient management in vegetable crops: A review. *Vegetable Science*, 49(1), 1–10.
<https://epubs.icar.org.in>
- Corozo, L., López, J., Lascano, G., Monteros, Á., Arteaga, F., Jaimez, R. E., Pinoargote, M., Cedeño, G., Sánchez, F., Celi, A., y García, M. (2023). Seed viability, germination, and seedling growth of Capsicum cultivated species. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 39(3), 401–412. <https://doi.org/10.29393/CHJAA39-36SVLM110036>

- D'Arrigo, M., y Cantarella, M. (2019). *Capsicum frutescens*: A review of its taxonomy, characteristics, and uses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(5), 1234–1245. <https://doi.org/10.1021/jf90345>
- Dasgan, H., Yilmaz, M., Dere, S., Ikiz, B., y Gruda, N. (2023). Los bioestimulantes redujeron la necesidad de fertilizantes minerales en el cultivo sin suelo de pimientos. *Horticulturae*, 9(2), 188. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020188>
- Dekebo, A. (2022). Pimiento morrón: tendencias y perspectivas actuales (*Capsicum annum*). En O. B. Yllano (Ed.), *Capsicum*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.106386>
- Ding, Z., Ali, E. F., y Aldahrani, A. (2021). Organic fertilizers improve soil properties and crop yield. *Agriculture*, 11(4), 345. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040345>
- Ebrahimi, E., y Eslami, S. V. (2020). Organic fertilizers enhance growth and yield of greenhouse pepper. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20(3), 987–995. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00212-8>
- El-Sayed, S. A., y Hassan, H. A. (2021). Influence of compost and manure on sweet pepper productivity. *Environment, Biodiversity and Soil Security*, 5, 75–84. <https://jenvbs.journals.ekb.eg>
- Gamboa, J., Ruíz, E., Alvarado, C., Gutiérrez, F., Ruíz, V., y Medina, K. (2021). Efecto de bioestimulantes microbianos en *Capsicum annum* L. *Terra Latinoamericana*, 38(4), 817–826. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v38n4/2395-8030-tl-38-04-817.pdf>
- García-López, J. I., Niño-Medina, G., y Olivares-Sáenz, E. (2020). Organic fertilization and its effect on pepper. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 26(3), 195–208. <https://revistas.chapingo.mx>
- Gómez, A. S., y Rodríguez, V. F. (2024). Morphological and chemical characteristics of *Capsicum chinense*. *International Journal of Food Science and Technology*, 59(3), 547–558. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16530>

- González, M. A., Romero, L. T., y Silva, P. J. (2021). Origin and cultivation of Cayenne peppers. *HortScience*, 56(4), 415–428.
<https://doi.org/10.21273/HORTSCI15648-21>
- Guijarro, C., Adalid, A., Pires, C., Ribes, A., Fita, A., y Rodríguez, A. (2023). Azúcares y capsaicinoides en Capsicum. *Plants*, 12(2), 231.
<https://doi.org/10.3390/plants12020231>
- Hussain, S., Shaukat, M., y Ashraf, M. (2022). Organic fertilizers and plant growth. *Frontiers in Plant Science*, 13, 879996.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.879996>
- Khan, S., Shah, Z., y Khan, A. (2021). Integrated use of organic fertilizers. *Journal of Plant Nutrition*, 44(12), 1800–1812.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2021.1905678>
- López-Valdez, F., Fernández-Luqueño, F., y Luna-Suárez, S. (2021). Organic amendments and soil microbial activity. *Applied Soil Ecology*, 157, 103699.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103699>
- Mahmoud, E., Ibrahim, M., y Ali, N. (2020). Soil fertility improvement using organic amendments. *Agronomy Research*, 18(2), 745–756.
<https://agronomy.emu.ee>
- Malécange, M., Sergheraert, R., Teulat, B., Mounier, E., Lothier, J., y Sakr, S. (2023). Propiedades bioestimulantes de hidrolizados. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(11), 9714. <https://doi.org/10.3390/ijms24119714>
- Mendoza, H. (2023). Evaluación de sustratos en Capsicum. ESPOCH.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19371/1/13T01096.pdf>
- Moreno-Reséndez, A., Valdés-Pérezgasga, M., y Zermeño-González, A. (2021). Organic fertilization in horticulture. *Terra Latinoamericana*, 39, e779.
<https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.779>
- Naeem, M., Khan, M., y Moinuddin. (2020). Organic vs inorganic fertilizers in pepper. *International Journal of Vegetable Science*, 26(4), 345–356.
<https://doi.org/10.1080/19315260.2019.1705432>

- Nejati, H., Barzegar, R., Soodaee, S., Ghasemi, M., Mousavi, S., y Mozafarian, M. (2024). Bioestimulantes en pimiento. *Journal of Agriculture and Food Research*, 16, 101060. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101060>
- Olle, M. (2021). Vermicompost in agriculture. *Agronomy Research*, 19(1), 93–102. <https://agronomy.emu.ee>
- Pérez, L., Castañón, G., Ramírez, M., y Mayek, N. (2015). Diversidad genética de *Capsicum*. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(4), 117–128. <https://www.scielo.org.mx/pdf/era/v2n4/v2n4a9.pdf>
- Pérez-Grajales, M., Mendoza-Onofre, L., y Hernández-Dávila, M. (2015). Fertilización orgánica en pimiento. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(3), 277–283. <https://www.scielo.org.mx>
- Riaz, M., Kamran, M., y Hussain, S. (2022). Organic fertilizers improve soil health. *Sustainability*, 14(3), 1056. <https://doi.org/10.3390/su14031056>
- Silvar, C., Rocha, F., y Barata, A. (2022). Historia del pimiento. *Plants*, 11(22), 3075. <https://doi.org/10.3390/plants11223075>
- SIPA. (2021). Cifras agroproductivas. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Smith, J. A., y Thompson, L. M. (2023). Classification of *Capsicum annuum*. *Plant Systematics and Evolution*, 309(4), 567–579. <https://doi.org/10.1007/s00606-023-02156-z>
- Smith, J. A., y Thompson, L. M. (2023). Cayenne types of *Capsicum*. *Journal of Plant Research*, 136(2), 215–225. <https://doi.org/10.1007/s10265-023-01425-6>
- Vargas, L. (2017). Fertilización en chile habanero. https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/GEN_2015-2017/Ligia
- Vázquez, M., et al. (2020a). Aminoácidos bioestimulantes. *Agronomy*, 10(9), 1337. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091337>
- Vázquez, M., et al. (2020b). Capsiate en ají. *Agronomy*, 10(9), 1337. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091337>

Visschers, I., et al. (2023). Trips en Capsicum. *Plants*, 12(4), 825.

<https://doi.org/10.3390/plants12040825>

Yadav, R., y Meena, R. (2021). Organic nutrient management. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 91(5), 651–657. <https://epubs.icar.org.in>

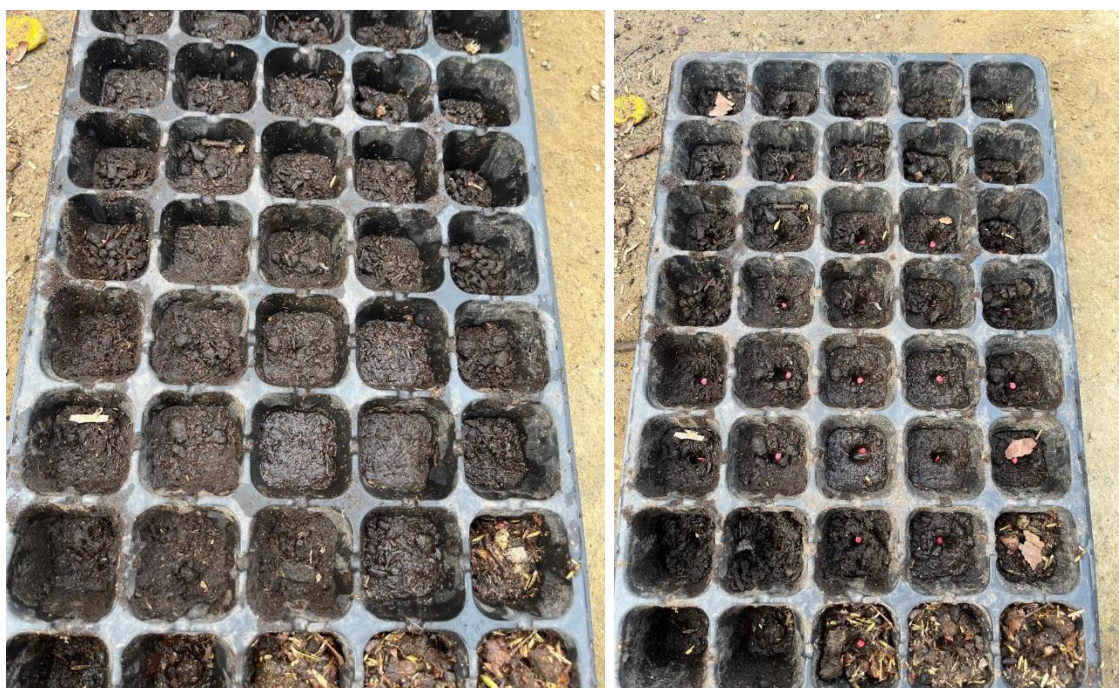
Zambrano, P., y Vinueza, M. (2018). Abonos orgánicos en pimiento. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 15(2), 45–52.

<https://doi.org/10.1234/revagro.v15i2.123>

ANEXOS



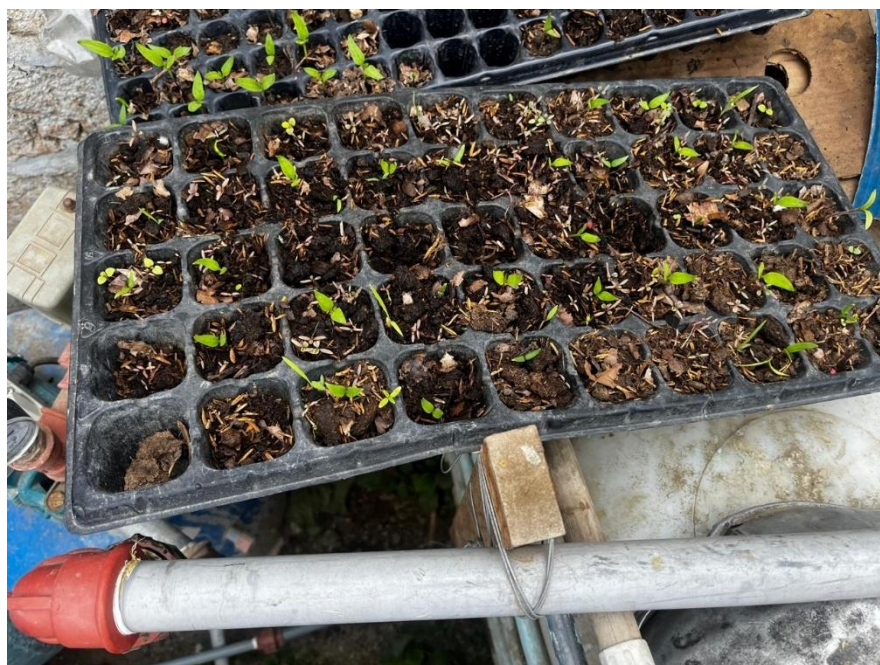
Anexo 1. Preparación de los abonos orgánicos



Anexo 2. Llenado de bandejas y siembra acorde a los tratamientos establecidos



Anexo 3. Semillas de pimiento Salvador



Anexo 4. Germinación de plántulas



Anexo 5. Trasplante de pimiento al terreno definitivo



Anexo 6. Recolección de datos de altura por cada tratamiento



Anexo 7. Recolección de datos de número de frutos



Anexo 8. Cosecha

Anexo 9. Resultados de análisis estadísticos en Infostat de altura, diámetro, peso y número de frutos.

Análisis de la varianza

ALTURA DE PLANTAS A LOS 15 DIAS CM

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTAS A LOS 15..	9	0,68	0,57	2,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,15	2	0,07	6,26	0,0340
Tratamiento	0,15	2	0,07	6,26	0,0340
Error	0,07	6	0,01		
Total	0,22	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,27047

Error: 0,0117 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
A2	5,58	3	0,06 A
A1	5,32	3	0,06 A B
A3	5,31	3	0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ALTURA DE PLANTA A LOS 60 DIAS CM

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA A LOS 60 ..	9	0,78	0,70	1,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44,78	2	22,39	10,38	0,0113
Tratamiento	44,78	2	22,39	10,38	0,0113
Error	12,94	6	2,16		
Total	57,71	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,67851

Error: 2,1560 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
A2	83,71	3	0,85 A
A3	80,92	3	0,85 A B
A1	78,24	3	0,85 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NUMERO DE HOJAS A LOS 15 DIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE HOJAS A LOS 15 D..	9	0,80	0,73	5,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,99	2	0,49	11,96	0,0081
Tratamiento	0,99	2	0,49	11,96	0,0081

Error	0,25	6	0,04
Total	1,23	8	

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,50871

Error: 0,0412 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A2	4,07	3	0,12	A
A3	3,38	3	0,12	B
A1	3,35	3	0,12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NUMERO DE HOJAS A LOS 60 DIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE HOJAS A LOS 60 D..	9	0,49	0,31	5,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,70	2	5,35	2,83	0,1359
Tratamiento	10,70	2	5,35	2,83	0,1359
Error	11,32	6	1,89		
Total	22,02	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,44109

Error: 1,8867 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A2	24,97	3	0,79	A
A3	23,27	3	0,79	A
A1	22,33	3	0,79	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

LONGITUD DE RAIZ

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD DE RAIZ	9	0,48	0,31	3,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,87	2	7,43	2,78	0,1397
Tratamiento	14,87	2	7,43	2,78	0,1397
Error	16,04	6	2,67		
Total	30,91	8			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,09571

Error: 2,6728 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
A3	52,13	3	0,94	A
A2	51,53	3	0,94	A
A1	49,16	3	0,94	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

PESO DEL FRUTO EN GRAMOS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO DEL FRUTO EN GRAMOS	9	0,92	0,89	2,93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	200,72	2	100,36	33,67	0,0005
Tratamiento	200,72	2	100,36	33,67	0,0005
Error	17,88	6	2,98		
Total	218,61	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,32522

Error: 2,9807 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

A2	63,94	3	1,00	A
A3	60,20	3	1,00	A
A1	52,59	3	1,00	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DIAMETRO DE TALLO A LOS 60 DIAS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO DE TALLO A LOS 60..	9	0,51	0,34	5,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,32	2	0,16	3,06	0,1212
Tratamiento	0,32	2	0,16	3,06	0,1212
Error	0,31	6	0,05		
Total	0,63	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,57000

Error: 0,0518 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

A2	4,12	3	0,13	A
A3	3,97	3	0,13	A
A1	3,67	3	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

NUMEROS DE FRUTOS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMEROS DE FRUTOS	9	0,79	0,72	2,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,89	2	0,44	11,17	0,0095
Tratamiento	0,89	2	0,44	11,17	0,0095
Error	0,24	6	0,04		
Total	1,13	8			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49979

Error: 0,0398 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

A2	7,28	3	0,12	A
A3	6,90	3	0,12	A B
A1	6,51	3	0,12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)