

UNIVERSIDAD LAICA 'ELOY ALFARO' DE MANABÍ



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLÓGICAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

TEMA:

Estudio de tres tipos de sustratos en el cultivo del pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas, cultivadas en macetas, como alternativa a la agricultura urbana.

AUTOR:

Washington Fernando Cedeño Alava

TUTOR:

ING. GEORGE GARCÍA MERA, MG.

MANTA-MANABÍ-ECUADOR

2024 - 2025

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Título Proyecto Integrador

ESTUDIO DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN EL CULTIVO DEL PIMIENTO
(*CAPSICUM, ANUMM*), DE VARIEDAD 4 PUNTAS, CULTIVADAS EN
MACETAS, COMO ALTERNATIVA A LA AGRICULTURA URBANA.

TRIBUNAL EXAMINADOR QUE DECLARA APROBADO EL GRADO DE
INGENIERO AGROPECUARIA DE:

Cedeño Alava Washington Fernando


TRIBUNAL 1

Ing. Francisco Cañarte García, Mg.



TRIBUNAL 2

Ing. Maria Belen Muñoz Menendez, Mg.




PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Lcda. Dolores Muñoz Verduga, PhD.



Manta, 20 de febrero del 2025.

 Uleam <small>UNIVERSIDAD LAICA</small> <small>ELOY ALFARO DE MANABÍ</small>	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-01-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO	REVISIÓN: 2
		Página 1 de 1

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 del estudiante Washington Fernando Cedeño Alava, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2024(2), cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto **Estudio de tres tipos de sustratos en el cultivo del pimiento (*Capsicum, anumm*), de variedad cuatro puntas, cultivadas en macetas, como alternativa a la agricultura urbana.**

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, 10 de febrero de 2025

Lo certifico

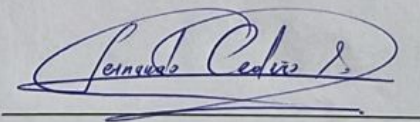


ING. GEORGE GARCÍA MERA, MG.
Docente Tutor
Área: Agropecuaria

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Yo Washington Fernando Cedeño Alava con C.I. 131110215-4 de la facultad de ciencias de la vida y tecnológicas, especialidad Agropecuario, junto con el ING. George García Mera, Mg., como tutor, declaro de forma libre y voluntaria que el trabajo sobre el **Estudio de tres tipos de sustratos en el cultivo del pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas, cultivadas en macetas, como alternativa a la agricultura urbana,** 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.



WASHINGTON FERNANDO CEDEÑO ALAVA

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expreso mi más profundo agradecimiento a Dios, cuya guía, fortaleza y sabiduría han sido fundamentales para alcanzar esta etapa de mi vida. Su presencia me ha dado la perseverancia necesaria para superar los desafíos y continuar con determinación en mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología, por brindarme la oportunidad de formarme en un entorno académico de excelencia. A cada uno de mis docentes, quienes con su dedicación, conocimiento y esfuerzo han contribuido significativamente a mi desarrollo profesional y personal.

A mi familia, por ser mi pilar inquebrantable durante toda esta etapa universitaria. Su apoyo incondicional, confianza y palabras de aliento han sido esenciales para alcanzar esta meta. A mis amigos, por su constante preocupación por mi progreso y por estar siempre presente con su apoyo incondicional, por su paciencia, comprensión y acompañamiento.

A mi tutor, por su invaluable guía, orientación y paciencia en el desarrollo de este proyecto de investigación. Su apoyo ha sido fundamental para consolidar este trabajo.

Finalmente, a la Universidad Laica 'Eloy Alfaro' de Manabí, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme en una institución comprometida con la excelencia académica, donde docentes y personal administrativo trabajan día a día para formar profesionales altamente capacitados.

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto de investigación, en primer lugar, a Dios, fuente inagotable de fortaleza y guía en mi vida. Su presencia me ha brindado las oportunidades necesarias para alcanzar esta meta y continuar con determinación en mi formación académica.

A mis abuelos y padres, cuyo amor, enseñanzas y valores han sido fundamentales en mi crecimiento personal y profesional. Gracias a su sabiduría, disciplina y apoyo incondicional, he aprendido a esforzarme con dedicación ya perseguir con firmeza cada uno de mis objetivos.

A mis mejores amigos, por su paciencia, comprensión y compañía en cada etapa de este proceso, demostrando siempre su apoyo incondicional. Quienes con su aliento y confianza en mí han sido una fuente de motivación para culminar con éxito esta etapa y dar inicio a nuevos desafíos y metas.

Con gratitud y amor, a cada uno de ustedes, porque su presencia en mi vida ha sido clave en la realización de este sueño

INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	II
DEDICATORIA	III
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
CAPITULO I.....	- 1 -
1. Introducción.....	- 1 -
1.1. Antecedentes	- 3 -
1.2. Planteamiento de problema	- 7 -
1.3. Justificación	- 9 -
1.4. Hipótesis	- 11 -
1.4.1. Hipótesis nula	- 11 -
1.4.2 Hipótesis alternativa	- 11 -
1.1. Objetivos	- 11 -
1.1.1. Objetivo general	- 11 -
1.1.2. Objetivo específico	- 11 -
1.2. Marco Teórico	- 12 -
1.2.1. Pimiento (<i>Capsicum annuum</i>)	- 12 -

1.2.2.	Origen del cultivo de pimiento	- 12 -
1.2.3.	Hábitat	- 13 -
1.2.4.	Distribución	- 14 -
1.2.5.	Descripción taxonómica	- 14 -
1.3.	Características Morfológicas del pimiento (<i>Capsicum annuum</i>).....	- 15 -
1.3.1.	Raíz	- 15 -
1.3.2.	Tallo	- 15 -
1.3.3.	Flor.....	- 16 -
1.3.4.	Fruto	- 16 -
1.3.5.	Semilla.....	- 17 -
1.4.	Manejo agronómico del cultivo	- 17 -
1.4.1.	Trasplante.....	- 17 -
1.4.2.	Riego	- 18 -
1.4.3.	Fertilización.....	- 19 -
1.5.	Requerimientos nutricionales del pimiento	- 19 -
1.6.	Fibra de cascara de coco	- 20 -
1.7.	Vermicompost	- 21 -
1.7.1.	Proceso de descomposición	- 22 -
CAPITULO II.....		- 23 -
2.	METODOLOGÍA.....	- 23 -
2.1.	LOCALIZACIÓN.....	- 23 -

2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTOLÓGICAS	- 23 -
2.3. VARIABLES	- 24 -
2.3.1. Variables Independientes	- 24 -
2.3.2. Variables Dependientes	- 24 -
2.3.2.1. Altura de la planta (cm)	- 24 -
2.3.2.2. Días de la floración.....	- 24 -
2.3.2.3. Longitud del fruto (cm)	- 24 -
2.3.2.4. Peso del fruto (g)	- 25 -
2.3.2.5. Numero de fruto por planta.....	- 25 -
2.3.2.7. Análisis económico	- 25 -
2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL	- 26 -
2.4.1. Tipo de Diseño	- 26 -
2.4.2. Descripción de los Tratamientos	- 27 -
2.4.3. Croquis de campo del experimento.....	- 27 -
2.4.4. Croquis de la parcela experimental	- 27 -
2.4.5. Análisis Estadístico.....	- 28 -
2.4.6. ANÁLISIS DE VARIANZA.....	- 28 -
2.4.7. COEFICIENTE DE VARIACIÓN.....	- 28 -
3. Resultados	- 29 -
3.1. Análisis químico del compost (vermicompst).....	- 29 -

3.2	Significancia estadística de los tratamientos en los ANOVA, para la variable altura (cm), días a la floración, longitud del fruto, peso del fruto y numero de fruto por planta.....	- 30 -
3.3	Altura de las plantas de pimiento (cm)	- 31 -
3.4	Días a la floración	- 32 -
3.5	Longitud del fruto (cm).....	- 33 -
3.6	Peso del fruto (gr)	- 34 -
3.7	Numero de fruto por planta.....	- 35 -
3.8	Rendimiento.....	- 36 -
3.9	Análisis de costo en los tratamientos en la aplicación de sustrato en cultivo de pimiento en la agricultura urbana.	- 37 -
4.	Discusión.....	- 38 -
5.	Conclusiones.....	- 40 -
6.	Recomendaciones	- 43 -
7.	Bibliografía	- 46 -
	Anexos.....	- 52 -

Índice de tablas

Tabla 1: Tratamientos en estudio.....	- 27 -
Tabla 2: Fuente de variación.....	- 28 -
Tabla 3: Análisis químico al vermicompost realizado a la aplicación en cultivo de pimiento.	- 29 -
Tabla 4: Significancia estadística de los tratamientos en los ANOVA para las variables altura (cm), días a la floración, longitud del fruto, peso del fruto y numero de fruto por planta.	- 31 -
Tabla 5: Ingresos que se obtuvieron en el rendimiento de cada tratamiento en el cultivo de pimiento (<i>Capsicum annum</i>).....	- 37 -
Tabla 6: Análisis de varianza sobre la altura de las plantas de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.	- 52 -
Tabla 7: Análisis de varianza sobre los días a la floración del cultivo de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.	- 52 -
Tabla 8: Análisis de varianza sobre longitud del fruto del cultivo de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.	- 52 -
Tabla 9: Análisis de varianza sobre el peso del fruto del cultivo de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.	- 53 -
Tabla 10: Análisis de varianza sobre número de fruto por planta, con la prueba de Tukey al 95%.	- 53 -

Índice de Figuras

Figura 1: Ubicación del sitio donde se realizó la investigación.....	- 23 -
Figura 2: Croquis del experimento.....	- 27 -
Figura 3: croquis de cada unidad experimental.....	- 27 -
Figura 4: Altura de las plantas de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.	- 32 -
Figura 5: Días de la floración, con la prueba de Tukey al 95%.	- 33 -
Figura 6: Longitud del fruto en cultivo de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.-	34 -
Figura 7: Peso del fruto del cultivo de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%. ...-	35 -
Figura 8: Numero de fruto por planta, con la prueba de Tukey al 95%.	- 36 -
Figura 9: Rendimiento del cultivo de pimiento en kg.	- 37 -

RESUMEN

El uso adecuado de un sustrato para el cultivo de pimiento en el desarrollo y productividad son muy importantes. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar tres tipos de sustratos en el cultivo del pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 punas, cultivadas en macetas, como alternativa a la agricultura urbana, con el fin de determinar cuál de ellos favorece un mejor desarrollo y producción, en consecuencia, una producción sana en poco espacio.

La investigación se llevó a cabo en un entorno controlado, donde se aplicó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo bi-factorial con tres repeticiones, donde se utilizó tres tipos de sustrato y un testigo absoluto. Se analizaron variables agronómicas clave en la planta (altura, rendimiento, calidad del fruto y presencia de insectos plagas) en el suelo (humedad, potencial hidrogeno, conductibilidad eléctrica, compactación y materia orgánica).

Se identificó que uno de los tratamientos generó una mayor producción y calidad del fruto, evidenciando su efectividad en la producción de plántulas saludables. Este hallazgo es relevante para la producción agrícola, ya que el uso del sustrato óptimo podría mejorar una buena producción en zona urbana de manta.

La selección adecuada del sustrato desempeña un papel crucial en el éxito del establecimiento del pimiento, su aplicación representa una estrategia viable para mejorar la calidad y rendimiento del cultivo.

Palabras clave: Sustrato, pH, *Capsicum annum*, producción, agricultura urbana, materia orgánica.

ABSTRACT

Proper rooting is a determining factor in the development and productivity of plants in the early stages of growth. In this context, the present study aims to evaluate the rooting response of bell pepper (*Capsicum annuum*) under nursery conditions using three types of substrates to determine which one promotes better root development and, consequently, higher seedling quality for subsequent transplantation.

The research was conducted in a controlled environment, where a completely randomized block design was applied with three substrate treatments and an absolute control with no application, each with three replications. Key agronomic variables such as rooting rate, root length, the number of primary and secondary roots, as well as the overall vigor of the seedlings were analyzed.

It was identified that one of the treatments generated a higher rooting rate and root development compared to the others, demonstrating its effectiveness in producing vigorous and healthy seedlings. This finding is relevant to agricultural production, as the use of the optimal substrate could improve plant establishment in the field and, therefore, crop productivity.

The proper selection of the substrate plays a crucial role in the successful establishment of bell pepper seedlings, making its application in nurseries a viable strategy to improve crop quality and yield.

Keywords: Substrate, rooting, *Capsicum annuum*, nursery, root development, agricultural production.

CAPITULO I

1. Introducción

El éxito del cultivo depende en gran medida del establecimiento adecuado de las plántulas, un factor crucial que influye en su crecimiento y productividad final. En particular, las primeras etapas del desarrollo de la planta, desempeñan un papel vital a la hora de determinar el rendimiento futuro de la planta. (García , 2021).

El sustrato es un factor importante para la absorción de nutrientes y agua, el desarrollo está influenciado por diversos factores, incluidas las condiciones ambientales y la composición del sustrato. Por lo tanto, la optimización de estos factores en entornos controlados como los viveros puede dar lugar a plántulas más sanas con un mayor potencial de trasplante exitoso. (Alvarado, 2014)

Entre los diversos factores que afectan la producción, el sustrato es uno de los más importantes. Los sustratos proporcionan tanto el soporte físico para las plántulas como los nutrientes esenciales necesarios para su desarrollo inicial. La elección del sustrato puede tener un profundo impacto en la salud de las plántulas, la tasa de crecimiento y el vigor general. A pesar del creciente interés en comprender los mejores sustratos para diferentes cultivos, la investigación centrada específicamente en las preferencias de sustrato de *Capsicum annuum* en condiciones de macetas aún es limitada. (Montesinos Cruz Josefina A et al., 2015) .

Este estudio tiene como objetivo investigar el efecto de tres sustratos diferentes en la respuesta a la producción del pimiento de la variedad cuatro puntas (*Capsicum annuum*)

en la agricultura urbana. Al determinar qué sustrato promueve de manera más efectiva el crecimiento, producción y la salud general de las plántulas, la investigación busca proporcionar información valiosa para mejorar la calidad de las plántulas. Los hallazgos de este estudio podrían contribuir significativamente a mejorar la productividad del cultivo de pimiento morrón al proporcionar un enfoque basado en evidencia para la selección de sustratos en la gestión del vivero.

La importancia de esta investigación radica en su potencial para optimizar la producción de plántulas de *Capsicum annuum*, algo esencial tanto para la agricultura de pequeña escala como para la comercial. Al identificar los sustratos más adecuados para el cultivo en macetas, este estudio contribuirá a un mejor establecimiento de las plántulas, asegurando mayores tasas de supervivencia y, en última instancia, una mayor productividad del cultivo. (Alvarado, 2014) .

1.1. Antecedentes

El pimiento (*Capsicum annuum*), también conocido como ají dulce o chile morrón, es una planta perteneciente a la familia Solanaceae. Su origen se remonta a América, específicamente a la región de Mesoamérica y Sudamérica, donde fue cultivado y utilizado por civilizaciones precolombinas. Se estima que fue descubierto por primera vez hace más de 6,000 años en lo que hoy es México y América Central, siendo un elemento fundamental en la alimentación y la cultura de las antiguas civilizaciones mayas y aztecas. (Verona, 2020).

A lo largo de los siglos, el cultivo de *Capsicum annuum* se expandió por el mundo tras la llegada de los europeos a América. En la actualidad, se cultiva a gran escala en diversas regiones del mundo, destacándose países como China, México, España, Estados Unidos e India, los cuales lideran la producción global de pimiento debido a su alta demanda en la industria alimentaria. Su versatilidad y valor nutricional han permitido su adaptación a diferentes condiciones agroclimáticas, facilitando su cultivo en invernaderos, campos abiertos y sistemas hidropónicos. (Montesinos et al., 2015).

El pimiento es ampliamente valorado tanto por sus propiedades nutricionales como por su diversidad de formas, colores y sabores. Existen variedades dulces y picantes, lo que ha impulsado su importancia comercial en mercados internacionales. (Verona, 2020). Además, su contenido de vitaminas A y C, antioxidantes y capsaicinoides (en las variedades picantes) lo convierten en un alimento funcional con múltiples beneficios para la salud.

La producción de *Capsicum annuum* sigue en constante crecimiento, impulsada por avances en técnicas agrícolas y la implementación de mejores sustratos y sistemas de cultivo. Su importancia en la agricultura mundial radica en su contribución a la seguridad alimentaria, su rentabilidad para los productores y su amplio uso en la gastronomía, la industria farmacéutica y la cosmética (Montesinos et al., 2015).

El pimiento (*Capsicum annuum*) ha sido objeto de numerosos estudios debido a sus características agronómicas y sus usos diversos. En términos de cultivo, se ha documentado que esta planta es sensible a las condiciones ambientales, como la temperatura, la humedad y la calidad del sustrato en el que se siembra. Estas condiciones afectan de manera directa la germinación de las semillas, el desarrollo radicular y el crecimiento vegetativo de las plántulas.

Según Hernández et al. (2020), la temperatura óptima para el crecimiento de las plántulas de pimiento se encuentra entre los 22-30°C, mientras que un exceso de humedad o sequedad puede limitar el desarrollo de las raíces y la capacidad de absorción de nutrientes. Por lo tanto, la investigación sobre los sustratos adecuados es crucial para optimizar la producción y garantizar un buen establecimiento de las plántulas antes del trasplante al campo. El uso de sustratos adecuados en el cultivo de pimiento se ha convertido en un área de interés para mejorar la calidad de las plántulas.

Diversos estudios han demostrado que la combinación de componentes orgánicos e inorgánicos en los sustratos puede influir significativamente en la actividad microbiológica del suelo y en la disponibilidad de nutrientes.

Según Rodríguez et al. (2019), la incorporación de compost en los sustratos mejora la estructura del suelo y favorece la proliferación de microorganismos benéficos, lo que contribuye a un mayor desarrollo radicular. Entre los sustratos más utilizados en la producción de plántulas se encuentran la turba, el compost, la perlita y la vermiculita. Cada uno de estos materiales tiene características específicas que afectan la retención de agua, la aireación y la estructura del sustrato, elementos fundamentales para el desarrollo radicular de las plantas.

En cuanto al manejo de los cultivos de pimiento, la técnica de cultivo en semillero es ampliamente utilizada para asegurar que las plantas crezcan bajo condiciones controladas antes de ser trasladadas al campo definitivo. Esta técnica permite maximizar el rendimiento, garantizando que las plántulas tengan un sistema radicular adecuado para soportar el trasplante y enfrentar el estrés del ambiente externo.

Sin embargo, la selección del sustrato en el semillero es clave para evitar problemas como el encharcamiento, la compactación o la deficiencia de nutrientes, factores que pueden comprometer el crecimiento de las plantas. González y Sánchez (2021) destacan que el uso de sustratos ligeros y bien aireados es fundamental para evitar la compactación del suelo y facilitar el drenaje adecuado, lo que permite a las raíces desarrollarse sin restricciones.

A lo largo de los años, investigaciones han señalado que el uso de compost como fertilizante orgánico puede mejorar notablemente la calidad del sustrato en el que crecen las plantas. El compost, al ser rico en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, favorece la mejora del crecimiento radicular, incrementando la capacidad de las raíces para explorar el sustrato y acceder a nutrientes.

Además, el compost mejora la estructura del suelo, aumentando su capacidad para retener agua y aire, lo cual es beneficioso para el desarrollo saludable de las plántulas en su etapa inicial. Según Martínez et al. (2018), el uso de compost en combinación con otros componentes como la perlita o la vermiculita genera un sustrato equilibrado que optimiza la aireación y la retención de agua, creando condiciones ideales para la germinación y el enraizamiento de las plantas.

1.2. Planteamiento de problema

El uso del suelo en la agricultura ha sido una de las principales actividades económicas en muchas regiones del mundo. Sin embargo, los métodos de cultivo intensivo, la expansión urbana y la actividad industrial han generado graves problemas relacionados con la calidad del suelo, incluyendo la contaminación y la degradación. Según García et al. (2019), los suelos agrícolas son particularmente susceptibles a la contaminación por metales pesados, pesticidas y fertilizantes químicos, que se acumulan con el tiempo debido a la aplicación constante de estos productos. Esta contaminación no solo afecta la biodiversidad del suelo, sino que también impacta negativamente el crecimiento de las plantas, ya que altera la estructura física y química del suelo y afecta su capacidad para retener agua y nutrientes esenciales.

En el caso específico del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), un cultivo altamente dependiente de la calidad del sustrato, la contaminación del suelo presenta un desafío significativo. Según Rodríguez et al. (2020), el uso de fertilizantes químicos y pesticidas en la agricultura intensiva afecta directamente el desarrollo radicular de las plantas, ya que los productos químicos alteran la disponibilidad de nutrientes y reducen la actividad microbiológica del suelo. Esta alteración provoca una disminución en el crecimiento de las raíces, lo que se traduce en una menor capacidad de absorción de agua y nutrientes, crucial para el desarrollo de las plántulas de pimiento.

La contaminación del suelo afecta especialmente a las etapas iniciales del ciclo de vida de las plantas, como la germinación y el enraizamiento. Según Pérez et al. (2021), la presencia de contaminantes en el suelo puede interferir con la disponibilidad de nutrientes esenciales, disminuir la capacidad de retención de agua y alterar la estructura

del sustrato. Esto se refleja en la morfología radicular de las plantas, generando una falta de anclaje adecuado y una menor capacidad para absorber los recursos necesarios para el crecimiento. En el caso del pimiento, esta problemática puede limitar el desarrollo de las plántulas, resultando en un bajo rendimiento en el campo.

Es necesario abordar este problema para mejorar la calidad del suelo agrícola y asegurar el crecimiento saludable de las plantas en el semillero. Una posible solución es el uso de sustratos orgánicos, como el compost, que no solo pueden aportar nutrientes al suelo, sino también mejorar su estructura y capacidad de retención de agua. De acuerdo con Martínez et al. (2020), el compost contribuye a la biorremediación del suelo al reducir los niveles de contaminantes, como los metales pesados, y mejora la capacidad de retención de agua, lo que favorece el desarrollo saludable de las plántulas. Este estudio busca investigar el impacto de diferentes tipos de sustratos en el enraizamiento del pimiento, con el fin de identificar prácticas que puedan mitigar los efectos negativos de la contaminación del suelo y mejorar la producción de plántulas de alta calidad para su posterior trasplante.

1.3. Justificación

La presente investigación busca identificar un sustrato adecuada en la producción cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), con el objetivo de mejorar el desarrollo vegetativo de la planta, promoviendo un crecimiento más saludable de las raíces, frutos, hojas y demás partes esenciales de la planta, al mismo tiempo que reduce los efectos negativos del estrés. Este enfoque tiene un impacto directo en la salud general de las plantas y en la productividad del cultivo, al incrementar la disponibilidad de nutrientes, mejorar la estructura y fertilidad del suelo, y optimizar el uso de recursos naturales (Tahseen Sayara et al., 2021).

El uso de compost, además de mejorar la calidad del suelo, se alinea con la necesidad creciente de adoptar prácticas agrícolas más sostenibles. La gestión adecuada de residuos orgánicos a través del compostaje representa una estrategia fundamental para reducir el impacto ambiental y mejorar la salud de los suelos agrícolas. En este sentido, el compost no solo actúa como una fuente valiosa de nutrientes, sino que también ayuda a la gestión de fertilizaciones orgánicas, mejorando las propiedades físico-químicas del suelo, lo que lleva a un incremento significativo en la calidad de los cultivos (Larroza, 2020).

Este enfoque es clave, ya que el uso de fertilizantes orgánicos contribuye a la sostenibilidad de la agricultura, minimizando el uso de insumos químicos y su efecto adverso sobre los ecosistemas.

El cuidado del suelo es uno de los aspectos fundamentales en la actividad agrícola. Un suelo fértil y bien gestionado es crucial para el crecimiento óptimo de las plantas; sin embargo, si el suelo no se encuentra en condiciones adecuadas, el desarrollo de las plantas se ve afectado, lo que puede generar pérdidas económicas considerables.

El compost, al estar compuesto por materiales orgánicos reciclados, es una excelente alternativa a los fertilizantes químicos, ya que proporciona los nutrientes necesarios para las plantas sin los efectos negativos que suelen ocasionar los productos químicos (Hernández Hernández, 2003). Además, el compostaje es una técnica que no solo mejora la calidad del suelo, sino que también ofrece beneficios adicionales al contribuir a la reducción de los residuos sólidos y la mitigación de los efectos del cambio climático, mediante el uso de materia orgánica desechada para la generación de compost (Ministerio del Medio Ambiente, 2021).

Teniendo en cuenta que el compost se caracteriza por sus propiedades físicas, químicas y biológicas que lo hacen especialmente eficaz en la mejora del suelo. Estas propiedades incluyen la capacidad de mejorar la estructura del suelo, evitar la erosión, favorecer el drenaje, la retención de humedad y nutrientes, y estabilizar el pH del suelo.

Asimismo, el compost facilita la fijación de carbono, lo que contribuye a la captura de gases de efecto invernadero, promoviendo un ambiente agrícola más saludable y sustentable (Ministerio del Medio Ambiente, 2021). Por tanto, este estudio es relevante para promover una agricultura más sostenible y eficiente, alineada con las tendencias actuales hacia el manejo responsable de los recursos naturales.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis nula

En base a la aplicación del compost en diferentes dosificaciones en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), no hay diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo y crecimiento de las plántulas.

1.4.2 Hipótesis alternativa

En base a la aplicación del compost en diferentes dosificaciones en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), hay diferencias estadísticamente significativas en el desarrollo y crecimiento de las plántulas.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar tres tipos de sustratos en el cultivo del pimiento (*Capsicum, anumm*), de variedad 4 punas, cultivadas en macetas, como alternativa a la agricultura urbana.

1.1.2. Objetivo específico

- ✓ Determinar la dosis adecuada de compost que favorezca el crecimiento óptimo producción y la calidad del fruto en plantas de pimiento.
- ✓ Analizar el comportamiento fenológico del pimiento (*Capsicum annuum*) en macetero con diferentes tipos de sustrato.
- ✓ Comparar el costo-beneficio de los tratamientos evaluados para determinar la viabilidad económica del uso del compost en la producción de plántulas de pimiento.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Pimiento (*Capsicum annuum*)

El pimiento (*Capsicum annuum*) es una especie perteneciente a la familia Solanaceae, ampliamente cultivada a nivel mundial por su valor económico y nutricional. Es una planta herbácea anual o perenne, dependiendo de las condiciones climáticas, con un sistema radicular bien desarrollado que influye directamente en su crecimiento y producción (Gómez et al., 2021).

Su origen se ubica en América Central y del Sur, donde ha sido domesticado y cultivado desde tiempos precolombinos. Según estudios arqueobotánicos, el *Capsicum annuum* fue utilizado por civilizaciones como los mayas y los aztecas, quienes lo integraron en su dieta y lo emplearon con fines medicinales (Rodríguez & Pérez, 2019).

El éxito del cultivo del pimiento está estrechamente relacionado con la calidad del sustrato utilizado en la etapa de semillero. Factores como la porosidad, retención de humedad y disponibilidad de nutrientes afectan el proceso de enraizamiento, lo que a su vez impacta en el desarrollo vegetativo y la producción del cultivo (López et al., 2020)

1.2.2. Origen del cultivo de pimiento

El pimiento es el fruto de una planta herbácea del mismo nombre que pertenece a la familia de las Solanáceas al igual que el jitomate y la berenjena, solo que el pimiento pertenece al género *Capsicum*, donde se ubican todo tipo de chiles, pimientos, guindillas y ajíes, que son los principales nombres regionales con los que le se conoce alrededor del mundo.

El género *Capsicum* fue establecido por Carlos Lineo en 1753 y su nombre deriva de las palabras latinas cápsula (caja) y kopto (picar), esto para hacer alusión a que las semillas se encuentran en una baya, que es una especie de caja que las resguarda. En la actualidad se conocen aproximadamente 27 especies de este género.

La planta de pimiento es una de las primeras de América que se pudo autopolinizar y se desarrolló al mismo tiempo en varias partes de Centroamérica y Sudamérica. Hoy día se considera a México, Perú y Bolivia como su centro de origen; sin embargo, según evidencias arqueológicas, el pimiento pudo haberse cultivado desde hace 6,000 años en el suroeste de Ecuador (Bello Bello J J et al., 2021).

1.2.3. Hábitat

El pimiento (*Capsicum annuum*) es una planta que se adapta a diversas condiciones climáticas, aunque su crecimiento óptimo ocurre en regiones con temperaturas entre 20 y 30 °C. Se cultiva desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1800 m.s.n.m., dependiendo de la variedad y las condiciones ambientales (Gómez et al., 2021).

Para un adecuado desarrollo, requiere suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y con un pH entre 5.5 y 7.5. La disponibilidad de agua es fundamental en su fase inicial, pero un exceso de humedad puede afectar su enraizamiento y desarrollo radicular. Se ha demostrado que el uso de sustratos adecuados en la etapa de semillero mejora la capacidad de absorción de nutrientes y la resistencia a factores de estrés ambiental (López et al., 2020).

1.2.4. Distribución

El pimiento (*Capsicum annuum*) es una de las hortalizas más cultivadas a nivel mundial debido a su versatilidad y valor económico. Su domesticación comenzó en América Central y Sudamérica, y con la llegada de los colonizadores europeos, su cultivo se expandió a otras regiones del mundo (Rodríguez & Pérez, 2019).

Actualmente, los principales países productores incluyen China, México, España, Turquía, Estados Unidos e India. Además, su cultivo se ha extendido a diversas regiones tropicales y subtropicales de Europa, África y Asia, donde es ampliamente utilizado en la gastronomía y en la industria agroalimentaria (Martínez et al., 2022).

1.2.5. Descripción taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pimiento (*Capsicum annuum*)

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

Fuente: García, 2002.

1.3. Características Morfológicas del pimiento (*Capsicum annuum*)

1.3.1. Raíz

El sistema radicular del pimiento (*Capsicum annuum*) es de tipo pivotante, con una raíz principal que se desarrolla verticalmente en el suelo y raíces secundarias que se extienden de manera lateral, formando una estructura fibrosa y ramificada. Estas raíces tienen la función de absorber agua y nutrientes, así como de anclar la planta al sustrato (Gómez et al., 2021).

La profundidad del sistema radicular varía según las condiciones del suelo y el manejo del cultivo, alcanzando entre 50 cm y 1 metro de profundidad, con un diámetro de expansión lateral de aproximadamente 30 a 60 cm. En la etapa de semillero, el desarrollo radicular es influenciado por el tipo de sustrato utilizado, afectando la calidad del trasplante y el rendimiento del cultivo en su fase productiva (Martínez et al., 2022).

1.3.2. Tallo

El tallo del pimiento (*Capsicum annuum*) es herbáceo en las primeras etapas de desarrollo, volviéndose semileñoso a medida que la planta madura. Presenta una estructura erecta y ramificada, con una altura que varía entre 40 cm y 1.5 metros, dependiendo de la variedad y las condiciones de cultivo (Gómez et al., 2021).

Su color es verde y en su interior se encuentran los haces vasculares, encargados del transporte de agua y nutrientes. El diámetro del tallo oscila entre 0.5 y 2 cm, dependiendo del estado fenológico de la planta. En la fase de semillero, el crecimiento y fortaleza del tallo están directamente relacionados con la calidad del sustrato utilizado, ya que este influye en la disponibilidad de nutrientes y en la retención de humedad, factores clave para el desarrollo óptimo del cultivo (Martínez et al., 2022).

1.3.3. Flor

Las flores del pimiento (*Capsicum annuum*) son hermafroditas y solitarias, con una forma estrellada y pétalos que varían en color entre blanco y violeta, dependiendo de la variedad. Su tamaño oscila entre 1 y 2 cm de diámetro y se desarrollan en las axilas de las hojas, generalmente en grupos de una a tres flores por nudo (Rodríguez & Pérez, 2019).

La floración del pimiento está influenciada por factores climáticos como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de luz. Se ha observado que temperaturas entre 20 y 30 °C favorecen la inducción floral, mientras que el estrés hídrico o deficiencias nutricionales pueden afectar el cuajado de los frutos. Un equilibrio adecuado de nutrientes, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio, es esencial para una floración abundante y una buena producción de frutos (Martínez et al., 2022).

1.3.4. Fruto

El fruto del pimiento (*Capsicum annuum*) es una baya hueca de forma variable, que puede ser redondeada, cónica o alargada, dependiendo de la variedad. Su tamaño oscila entre 5 y 20 cm de longitud y su diámetro varía entre 4 y 10 cm. Presenta una piel lisa y brillante, cuyo color cambia a medida que madura, pasando por tonalidades verdes, amarillas, anaranjadas y rojas (Rodríguez & Pérez, 2019).

El pericarpio está compuesto por tres capas:

- **Exocarpo:** Es la piel externa, generalmente cerosa y de color variable según la madurez.

- **Mesocarpo:** Es la parte carnosa y jugosa del fruto, que le proporciona su textura característica.
- **Endocarpo:** Contiene numerosas semillas pequeñas y planas, de aproximadamente 3 a 5 mm de diámetro, de color crema o amarillento, distribuidas en la pulpa y unidas a la placenta central (Martínez et al., 2022).

La calidad del fruto está influenciada por las condiciones de cultivo, especialmente la disponibilidad de agua y nutrientes, así como por la calidad del sustrato en la etapa de semillero, ya que un buen desarrollo radicular favorece el crecimiento y rendimiento del cultivo.

1.3.5. Semilla

Las semillas del pimiento (*Capsicum annuum*) se encuentran en la pulpa del fruto, son numerosas y tienen un alto poder germinativo cuando se mantienen las condiciones adecuadas de humedad y temperatura. La semilla es pequeña, de color marrón oscuro, y está rodeada por una capa mucilaginosa. La multiplicación por semilla es viable, pero el desarrollo del sistema radicular en condiciones de semillero es relativamente lento, alcanzando una altura de aproximadamente 30 cm en un periodo de 2 a 3 meses, dependiendo del tipo de sustrato utilizado (Orrico, 2013, pág. 3)

1.4. Manejo agronómico del cultivo

1.4.1. Trasplante

El trasplante en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) se realizará cuando las plantas en semillero hayan alcanzado un adecuado desarrollo radicular y estén libres de enfermedades.

La siembra se llevará a cabo a tres bolillos, con una distancia de 1 metro entre plantas y 2 metros entre surcos, asegurándose de que el suelo mantenga una humedad adecuada para el crecimiento de las raíces. El agua utilizada debe cumplir con las condiciones de disponibilidad hídrica óptima para los cultivos.

En el caso del trasplante, se puede optar por el uso de esquejes, un método que implica cortar los tallos en forma de V. Este procedimiento favorece un alto porcentaje de supervivencia, y la enraización de las plantas es más rápida. También es posible trasplantar utilizando tallos nuevos o en sazón, aunque estos son más susceptibles a ataques de insectos. El uso de esquejes es el método vegetativo más sencillo y económico para la multiplicación, seleccionando tallos que midan entre 20 y 50 cm, que estén libres de enfermedades y daños causados por plagas (C.S., 2005).

1.4.2. Riego

Se recomienda el uso del riego por goteo para el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), ya que es más eficiente en el manejo del agua. En períodos de sequías prolongadas, es importante evitar un riego excesivo, ya que la sequía puede estimular la floración de la planta, mientras que el exceso de agua puede reducir la floración y causar la pudrición de los frutos (Orrico, 2013). Según Vargas (2020), el requerimiento óptimo de precipitaciones anuales para este tipo de cultivos es de 600 a 1200 mm anuales, dependiendo de las condiciones climáticas locales y el tipo de sustrato utilizado.

1.4.3. Fertilización

Para el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), se utilizará fertilización con compost, siguiendo las dosis recomendadas. En el tratamiento testigo no se aplicará ningún tipo de fertilizante, mientras que en los demás tratamientos se aplicará abono orgánico, con la dosis indicada para cada tipo de sustrato, cada 4 meses. Esta práctica busca garantizar el aporte adecuado de nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo óptimo de las plantas en el semillero y durante su etapa inicial de crecimiento.

1.5. Requerimientos nutricionales del pimiento

En los primeros días del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*), se recomienda el uso de fertilizantes nitrogenados para estimular los puntos de crecimiento. Se ha determinado que esta planta responde de manera más eficiente al nitrógeno en comparación con el potasio o el fósforo. Sin embargo, uno de los elementos más requeridos durante el ciclo reproductivo es el potasio, que debe aplicarse en dosis adecuadas para mejorar la calidad de los frutos, favoreciendo su apariencia, sabor y tamaño (INTAGRI, 2021).

El uso de abonos orgánicos, como el compost, es altamente recomendable para mejorar la fertilidad del sustrato. Esto no solo optimiza la disponibilidad de nutrientes, sino que también favorece la retención de humedad y la estructura del suelo, lo que es crucial en el manejo de semilleros para pimientos. En su ciclo de crecimiento, el pimiento se beneficia de sustratos bien equilibrados en nutrientes, que mejoren la aireación y la capacidad de retención de agua, factores que impactan directamente en la calidad y cantidad de la cosecha.

1.6. Fibra de cascara de coco

Entre los sustratos agrícolas que se pueden conseguir en el mercado, la fibra de coco está siendo la que mayor incremento de utilización tiene, por parte del agricultor. La razón básica de este rápido incremento del consumo-utilización es debido a sus excelentes propiedades físicas, físico-químicas y químicas, las cuales son las más próximas que se conocen para un sustrato ideal. (Dpto. Técnico Projar S.A. 2002).

Este sustrato se obtiene a partir de la parte externa del fruto del cocotero, mediante un proceso de trituración y cribado. Este material se conocía y utilizaba desde tiempo inmemorial por los agricultores de las zonas tropicales, lo cual permitía unas producciones elevadas, junto a una excelente calidad de los frutos o plantas que se cultivaban sobre la fibra de coco.

Otra de las ventajas que presenta la fibra de coco frente a otros sustratos es su carácter ecológico. La producción de coco es renovable por ser un cultivo anual. Cuando la raíz empieza a desarrollar en el interior de todo el volumen poroso de la fibra de coco, nos encontramos con la grata sorpresa de su capacidad de producción de blancas y potentes raíces.

Esto se manifiesta en todo tipo de plantas, las cuales se desarrollan con un vigor extraordinario por la fácil alimentación que consiguen en el medio acuoso del sustrato. La planta con su vigor y su alimentación equilibrada es más resistente a accidentes o enfermedades del entorno. El sustrato de fibra de coco se puede utilizar entre tres y cinco años, según el manejo y las condiciones a que ha sido sometido. Cuando decidimos eliminarlo, presenta unas características ideales de la mejora del suelo por ser un

material orgánico. Por ello, es totalmente ecológico desde su producción, utilización y posterior reutilización.

En la actualidad, su difusión a nivel mundial aumenta considerablemente y, en parte, es debido a la capacidad de este material para soportar situaciones de estrés (sobre todo hídrico) de más de setenta y dos horas, lo que proporciona tranquilidad al consumidor, frente a los posibles imprevistos que se producen en las explotaciones.

1.7. Vermicompost

El uso de compost puede contribuir significativamente a mantener y mejorar la fertilidad del suelo. El compostaje es un método antiguo de abonamiento orgánico en la agricultura, horticultura y floricultura. Así se conserva la fertilidad del suelo en el sudeste asiático desde hace seis mil años. Un abono de alta calidad y rico en nutrientes es el humus de lombriz (también conocido como vermicompost, del latín: vermis = gusano). Este sustrato negro es el producto de la descomposición de la materia orgánica por microorganismos y, en particular por las lombrices. Muchos agricultores de té y café mantienen pequeños rebaños de ganado como fuente de ingresos y beneficios adicionales, y el estiércol resultante de esta crianza es utilizado como sustrato para la alimentación de las lombrices. Este abono de lombrices, rico en nutrientes valiosos, se utiliza como fertilizante para las plantaciones de té y café para lograr un aumento sostenible de la cosecha (sistema de recirculación y reciclaje en espacios estrechos).

El vermicompost es uno de los fertilizantes naturales de más alta calidad y más nutritivos del mundo. Debido a su efecto en la mejora del suelo, promueve el crecimiento y un mayor rendimiento de los cultivos.

Características:

- ✓ Se asemeja a la tierra de los bosques caducifolios y mixtos
- ✓ Sustrato de color negro profundo, sin olor y desmenuzable
- ✓ Combinación equilibrada de nutrientes para las plantas
- ✓ Suelo con un número de microorganismos superior a la media
- ✓ Tierra suelta, pero con estructura estable (complejos arcilla-humus)
- ✓ Ausencia de aditivos químicos sintéticos

1.7.1. Proceso de descomposición

Aceleración del proceso de descomposición de los residuos orgánicos por microorganismos (bacterias, hongos) y lombrices de tierra

Las lombrices cubren el material orgánico con un barro viscoso, que contiene microorganismos (bacterias, hongos, etc.) --> fijación a través de los microorganismos

Las lombrices transforman el material a compostar junto con las sustancias minerales en humus de lombriz

El humus de lombriz es rico en microorganismos, enzimas y nutrientes --> disponibilidad óptima de nutrientes en los complejos arcilla-humus, buena disponibilidad para las plantas

Compostaje en frío (compostaje elaborado a temperaturas inferiores a 50°C)

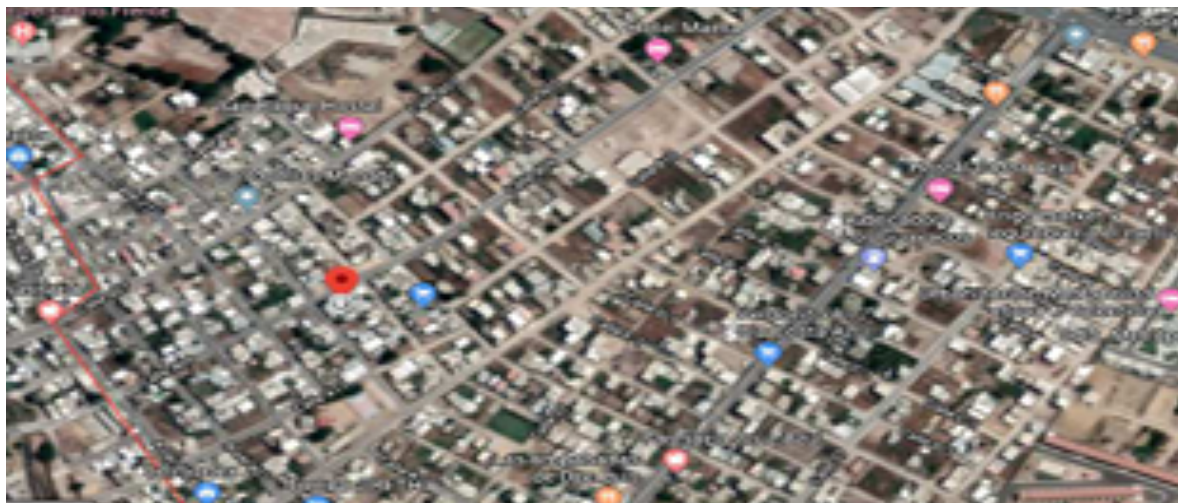
CAPITULO II

2. METODOLOGÍA

2.1. LOCALIZACIÓN

La presente investigación se la realizó en la ciudadela divino niño, parroquia los esteros, canto Manta, con las coordenadas $0^{\circ}57'57.3''$ sur y Longitud: $80^{\circ}40'45.8''$ Oeste y altitud 23 msnm (Google Earth, 2025).

Figura 1: Ubicación del sitio donde se realizó la investigación.



Elaborado por: Cedeño.W, 2025

2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTOLÓGICAS

Clima: Tropical

Altitud: 23 msnm

Temperatura: 21°C - 32°C

Humedad relativa: 83%

2.3. VARIABLES

2.3.1. Variables Independientes

FACTOR A: Compost

- ✓ Fibra de coco
- ✓ Vermicompost
- ✓ Suelo arcillo

FACTOR B: Porcentajes

- ✓ 25 %
- ✓ 50 %

2.3.2. Variables Dependientes

2.3.2.1. Altura de la planta (cm)

Esta variable se evaluó a la cuarta cosecha, utilizando una cinta métrica graduada, para obtener buenos resultados se midieron seis plantas evitando las plantas del efecto borde, la medición se la realizó desde el cuello de la raíz hasta la parte apical de la planta, estos datos se los expresó en cm.

2.3.2.2. Días de la floración

Para realizar esta variable se tomó como referencia la apertura del más del 50% de las flores abiertas en cada unidad experimental.

2.3.2.3. Longitud del fruto (cm)

Esta variable se registró en cada parcela, realizando una recolección al azar 15 frutos, el cual se lo midió desde el cuello del fruto hasta su base donde se procedió a realizar el promedio.

2.3.2.4. Peso del fruto (g)

Se realizó una selección al azar de 15 frutos en cada unidad experimenta en cada cosecha, para luego promediar su peso y expresarlo en gramos

2.3.2.5. Numero de fruto por planta

Se utilizaron seis plantas, donde se contabilizo el número de frutos por planta en cada uno de ellos para luego realizar el promedio de cada tratamiento.

2.3.2.6. Rendimiento (kg/ha)

Al realizar la cosecha se pesaron todos los frutos de las plantas de la parcela útil en una balanza digital. Para poder determinar esta variable se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento kg/ha} = \frac{\text{Rend .parcela util x 10000 m}^2}{5 \text{ m}^2}$$

2.3.2.7. Análisis económico

Para el análisis económico de la presente investigación se utilizó las siguiente formulas:

Herramienta empresarial (en línea) donde indica las siguientes fórmulas para calcular los costos y la utilidad marginal son las siguientes:

$$\text{Costo neto total} = \text{costo variable} + \text{costo fijo}$$

$$\text{Utilizad neta} = \text{ingreso total} - \text{costo total}$$

$$\text{Relación utilidad/costo} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{costo neto}}$$

Se realizará un respectivo análisis de cada tratamiento donde el mejor resultado tendrá una mayor proliferación de guías.

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

2.4.1. Tipo de Diseño

Se utilizó un diseño de bloques completamente al Azar (DBCA), con tres repeticiones, teniendo 21 unidades experimentales, donde cada unidad experimental está conformada por 20 plantas de pimiento, donde se evaluar 6 plantas por cada unidad experimental, teniendo un total de 126 plantas a evaluar en toda la investigación, en la tabla 2 se pueden observar los códigos de los tratamientos y en la figura 2 el croquis de campo a utilizar en la investigación donde se muestra la distribución de los tratamientos y repeticiones.

Para el análisis de los datos estadísticos se utilizará el programa INFOSTAT, para la comparación de medias se utilizará la prueba de tukey ($p < 0.05$).

Se utilizará el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkf} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijkf}$$

Dónde:

Y_{ijkf} = Es la variable respuesta de la t-ésima observación bajo el i-ésimo nivel del factor

μ = Constante, media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A.

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A, con el j-ésimo nivel del factor B

ϵ_{ijkf} = Error aleatorio

2.4.2. Descripción de los Tratamientos

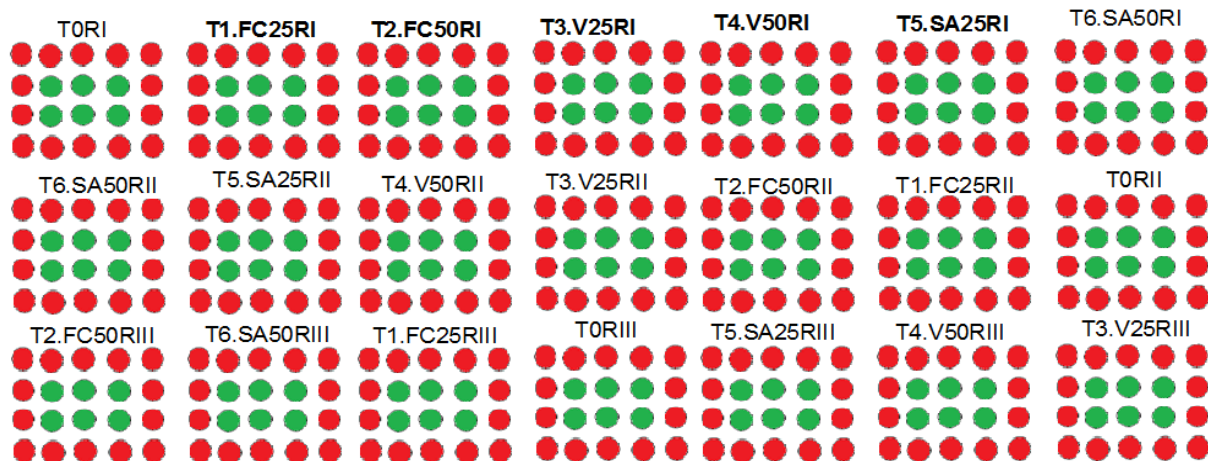
Tabla 1: Tratamientos en estudio

Tra.	Factor a material orgánico	Factor B porcentaje	CODIFICACIÓN
T0	Suelo limoso	0 %	T0
T1	Fibra de coco + arena	25%	T1.FC25
T2	Fibra de coco + arena	50%	T2.FC50
T3	Vermicompost + arena	25%	T3.V25
T4	Vermicompost + arena	50%	T4.V50
T5	Suelo arcilloso + arena	25%	T5.SA25
T6	Suelo arcilloso + arena	50%	T6.SA50

Elaborado por Cedeño.W, 2025

2.4.3. Croquis de campo del experimento

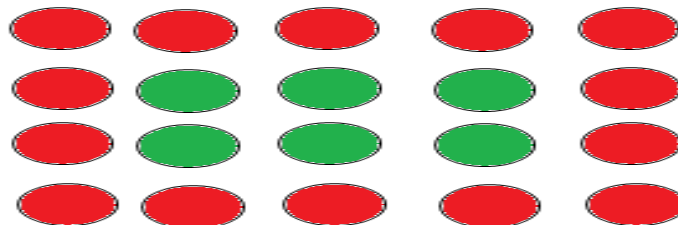
Figura 2: Croquis del experimento



Elaborado por Cedeño.W, 2025

2.4.4. Croquis de la parcela experimental

Figura 3: croquis de cada unidad experimental



Elaborado por Cedeño.W, 2025

2.4.5. Análisis Estadístico

El análisis estadístico se lo realizara con 7 tratamientos y tres repeticiones, con un total de 21 unidades experimentales, en el siguiente cuadro se muestra la fuente de variación o cuadro de ADEVA.

Tabla 2: Fuente de variación.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADO DE LIBERTAD
Total	20
Tratamientos	5
Factor A	2
Factor B	1
Interacción A x B	2
Error Experimental	10

Elaborado por Cedeño.W, 2025

2.4.6. ANÁLISIS DE VARIANZA

Para la realización de este análisis se usará la prueba de Tukey al 95% de confianza, se realizará esta prueba por medio de INFOSTAT.

2.4.7. COEFICIENTE DE VARIACIÓN

Este análisis es el que va a determinar la precisión del experimento, para realizarlo se debe tener en cuenta la siguiente formula:

$$CV = \frac{\sqrt{CMee}}{xto} \times 100$$

3. Resultados

3.1. Análisis químico del compost (vermicompst)

Para poder identificar los valores nutricionales del abono orgánico (vermicompst), se realizó un análisis químico en la empresa IMAGROSA que tiene desde 1974, es una empresa que ha consolidado su imagen proveedora de soluciones integrales para Proyectos Operativos Agropecuarios. Reafirmando sus 36 Años de larga experiencia ofreciendo soluciones. Líderes en el mercado de Producción, Laboratorio, Viveros, Riego, Exportación, Implementos, Suministros Agrícolas, Avícolas, Acuícola y Forestación.

En la siguiente tabla 5 se pueden conocer los valores nutrientes que tiene el vermicompst que se aplicó en el cultivo de pimiento son los siguientes:

Tabla 3: Análisis químico al vermicompst realizado a la aplicación en cultivo de pimiento.

Identificación de la muestra	Método	Presencia 1
N amoniacal %	kjeldahl	6,36
P₂O₅ %	Colorimetria	1,32
K₂O %	AA	1,10
Ca O %	AA	7,50
Mg O %	AA	0,72
Na %	AA	-----
Mn ppm	AA	382,16
Fe %	AA	1,36
Cu ppm	AA	10,92
Zn ppm	AA	154,69
B %	Colorimetria	-----
Ph	Medidor	6,5
Salinidad %	Medidor	0,29

Elaborado por autor en los laboratorios de IMAGROSA (2025).

Se puede identificar que los macronutrientes se encuentran en bajas cantidades que requiere la planta de pimiento, entre ellos el N amoniacal con 6,36 % en el vermicompost, recordando que estos nutrientes están disponibles para la planta sin tener la pérdida por volatilidad, lixiviación. En comparación que podemos encontrar la presencia de micronutrientes como el Zn con 154,69 ppm en el compost identificando que es muy importante para el desarrollo de los nuevos brotes siendo importante para la nutrición del cultivo de pimiento.

3.2 Significancia estadística de los tratamientos en los ANOVA, para la variable altura (cm), días a la floración, longitud del fruto, peso del fruto y número de fruto por planta.

Al realizar los análisis estadísticos se puede identificar que los tratamientos con el factor de los diferentes tipos de enmiendas orgánicas son altamente significativo, en comparación del factor de los porcentajes de abono al no ser significativos. El factor de las interacciones de los factores encontramos que no son significativos, tanto en altura, días a la floración y peso del fruto tiene un coeficiente de variación de 3,31%, mientras que en el peso del fruto encontramos un coeficiente de variación de 14,86%.

Según GOMES (2009), en experimentos de campo, si el coeficiente de variación está por debajo del 10%, se considera bajo, es decir, el experimento tiene una alta precisión. Del 10 al 20%, el CV se considera medio, lo que implica una buena precisión. De 20 a 30% se considera alta, lo que significa baja precisión. Finalmente, si está por encima del 30% se considera muy alto, lo que indica una precisión muy baja.

Tabla 4: Significancia estadística de los tratamientos en los ANOVA para las variables altura (cm), días a la floración, longitud del fruto, peso del fruto y número de fruto por planta.

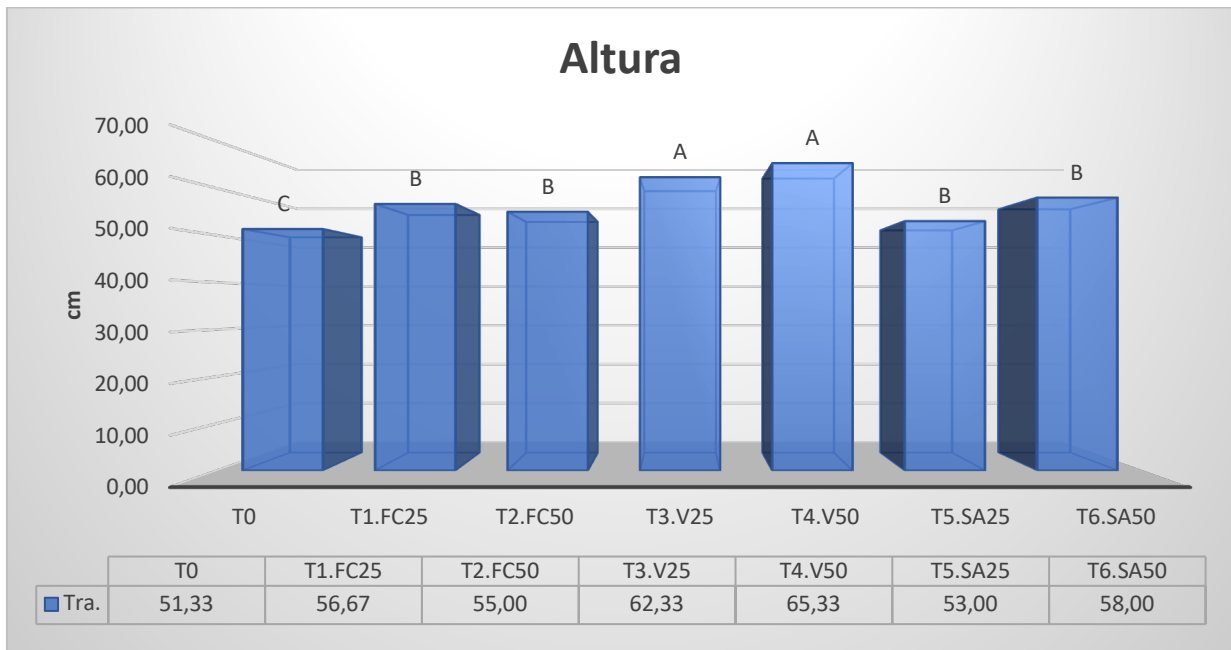
Fuente variación	Alt.	D. Flor.	Long.	Peso	# de frutos
Tra.	<,0001**	<,0001**	0,0023*	<,0001**	0,0004*
A	<,0001**	<,0001**	0,0007*	<,0001**	<,0001**
B	0,0337NS	0,6968NS	0,1751NS	0,0711NS	0,1309NS
A*B	0,0251NS	0,7001NS	0,1337NS	<,0001**	0,122NS
C.V.	3,31%	5,53%	8,59%	3,17%	14,86%
Promedio	57,38	42,85	6,52	125	7,9

N. S= No Significativo; C.V = Coeficiente de Variación; *= significativo; **= altamente significativo.

3.3 Altura de las plantas de pimiento (cm)

El análisis de la altura de las plantas de pimiento, evaluado mediante la prueba de Tukey al 95%, evidencia diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Se observa que el tratamiento T4-V50 alcanzó la mayor altura promedio, seguido de cerca por los tratamientos T2-FC50 y T3-V25, lo que indica que la aplicación de dichos tratamientos favoreció el desarrollo estructural del cultivo. En contraste, el tratamiento T6-SA50 mostró una menor altura en comparación con el resto de los tratamientos, lo que sugiere que las condiciones aplicadas en este grupo no fueron óptimas para el crecimiento del pimiento. Estos resultados pueden estar relacionados con la disponibilidad de nutrientes y las condiciones del sustrato empleado, factores determinantes en la elongación de la planta. La presencia de micronutrientes como el Zn y el N amoniacal en los tratamientos más efectivos pudo haber favorecido un desarrollo más vigoroso de las plantas, lo cual es clave en la etapa vegetativa del cultivo.

Figura 4: Altura de las plantas de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.

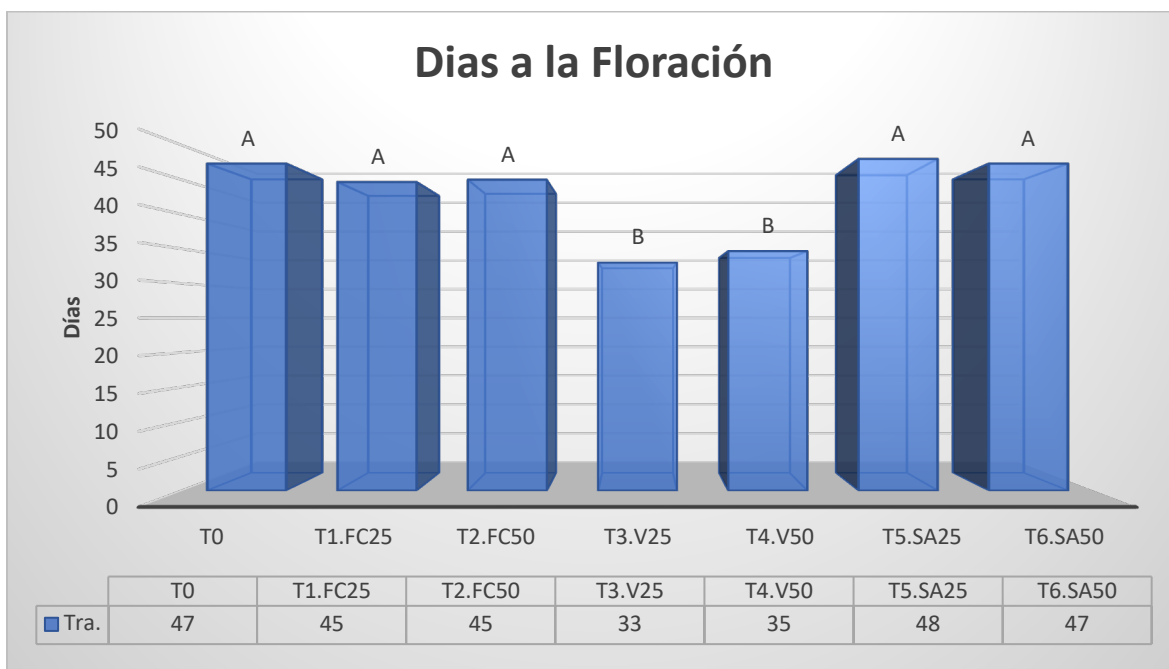


Elaborado: Cedeño.W, 2025.

3.4 Días a la floración

En cuanto a los días a la floración, los resultados de la prueba de Tukey al 95% revelan variaciones significativas entre los tratamientos. El tratamiento T1-FC25 presentó la floración más temprana en comparación con el resto de los tratamientos, lo que indica que este manejo pudo haber acelerado el proceso fenológico del pimiento. Por otro lado, los tratamientos T4-V50 y T6-SA50 registraron un mayor tiempo hasta la floración, lo que podría atribuirse a una menor disponibilidad de ciertos nutrientes esenciales o a condiciones de estrés que retrasaron la inducción floral. Estos hallazgos sugieren que el manejo adecuado del sustrato y la fertilización puede influir en la sincronización del desarrollo reproductivo del cultivo, lo que es relevante para la planificación agronómica y la optimización del rendimiento del pimiento.

Figura 5: Días de la floración, con la prueba de Tukey al 95%.



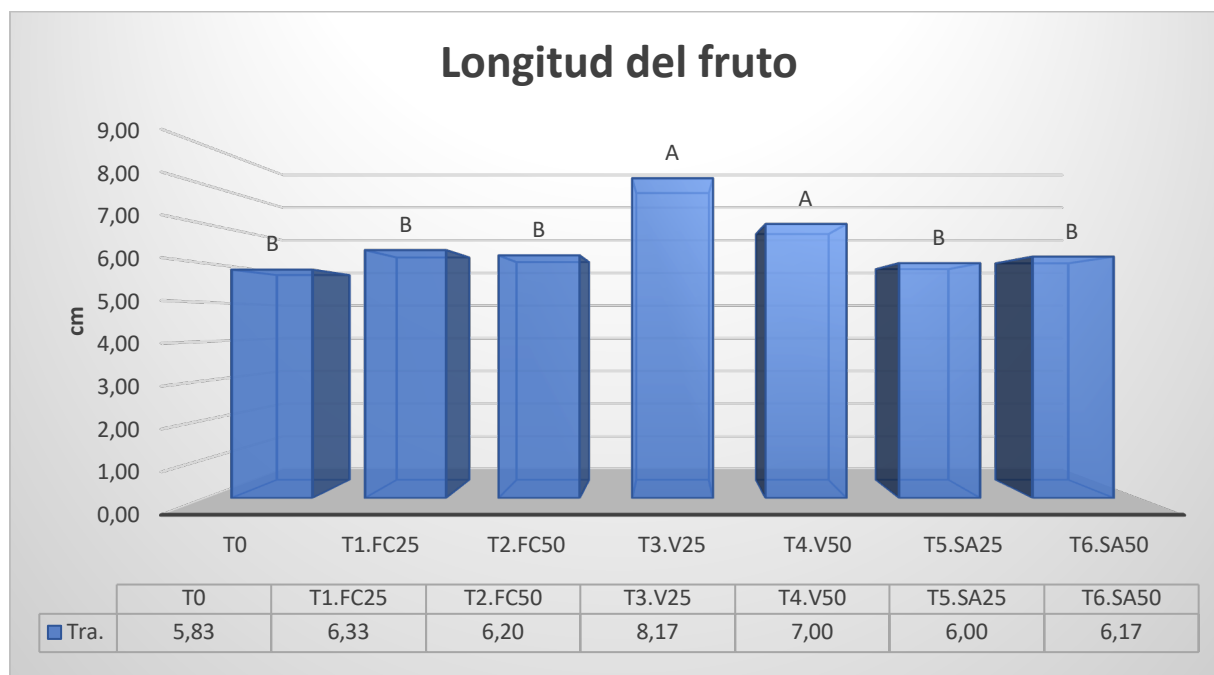
Elaborado: Cedeño. W, 2025.

3.5 Longitud del fruto (cm)

El análisis estadístico mediante la prueba de Tukey al 95% muestra diferencias significativas en la longitud del fruto entre los distintos tratamientos aplicados. Se observa que el tratamiento T3-V25 obtuvo el mayor valor promedio, alcanzando aproximadamente 8,17 cm, lo que sugiere que las condiciones de este tratamiento favorecieron un mayor desarrollo longitudinal del fruto.

Por otro lado, los tratamientos T1-FC25, T2-FC50, T4-V50 y T6-SA50 presentaron valores significativamente menores en comparación con el T3-V25, lo que indica que la composición del sustrato y los nutrientes disponibles influyen en la longitud del fruto. Estos resultados resaltan la importancia del manejo adecuado del sustrato para optimizar el crecimiento de los frutos en el cultivo de pimiento.

Figura 6: Longitud del fruto en cultivo de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.



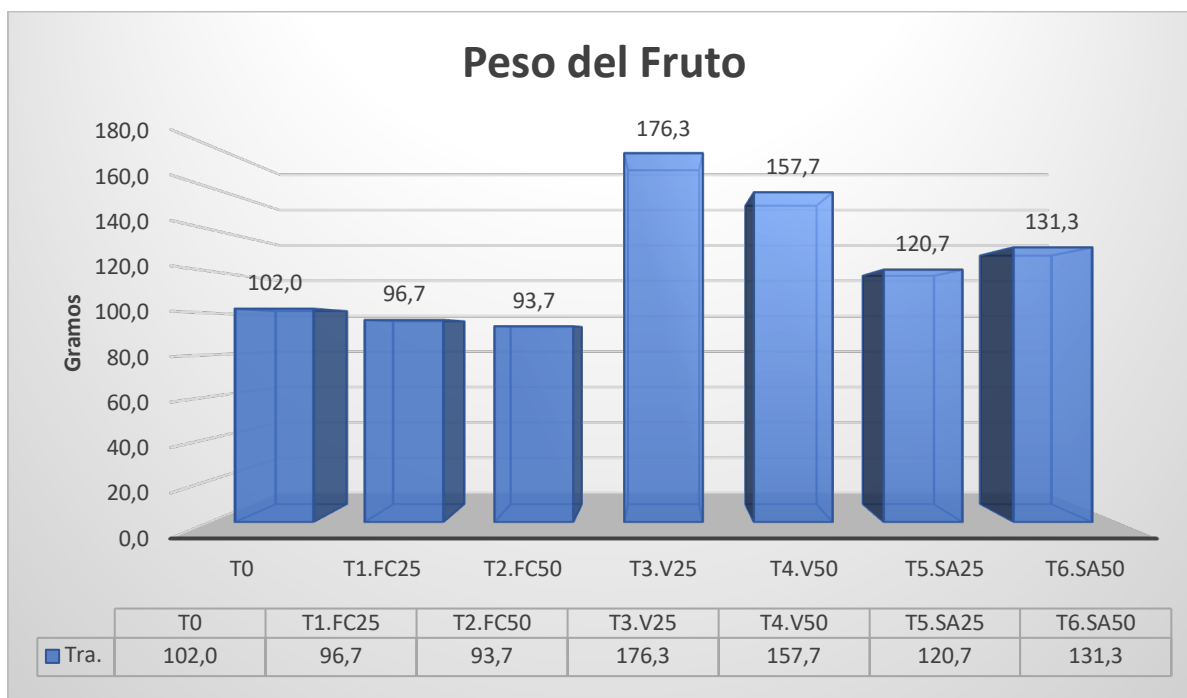
Elaborado: Cedeño.W, 2025.

3.6 Peso del fruto (gr)

Los datos obtenidos para el peso del fruto muestran una clara variabilidad entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T3-V25 registró el mayor peso promedio del fruto con 176,3 g, seguido por T4-V50 con 157,7 g y T5-SA25 con 120,7 g. Esto sugiere que las condiciones proporcionadas en T3-V25 y T4-V50 fueron más favorables para el llenado y desarrollo del fruto, posiblemente debido a un mejor equilibrio nutricional.

En contraste, los tratamientos T0 (control), T1-FC25 y T2-FC50 presentaron los menores valores de peso, lo que indica que estos factores de manejo no promovieron un óptimo desarrollo del fruto. Este resultado es crucial, ya que el peso del fruto influye directamente en el rendimiento y en la calidad del producto final.

Figura 7: Peso del fruto del cultivo de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.



Elaborado: Cedeño.W, 2025.

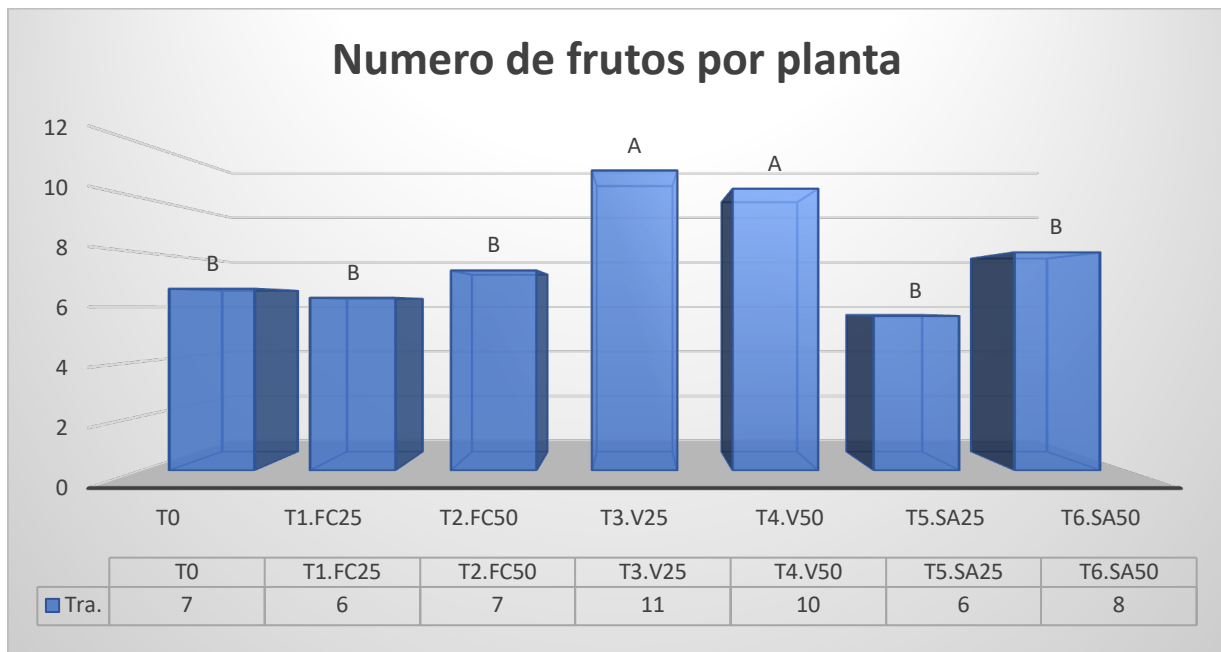
3.7 Numero de fruto por planta.

El análisis de la variable número de frutos por planta indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento T3-V25 obtuvo la mayor cantidad de frutos por planta, con un promedio de 11 frutos, lo que resalta la eficacia de este tratamiento en la promoción de la producción frutal.

Los tratamientos T2-FC50 y T4-V50 también mostraron valores elevados, con 10 frutos en promedio. En contraste, los tratamientos T0, T1-FC25 y T6-SA50 presentaron una menor cantidad de frutos, lo que sugiere que estos tratamientos no proporcionaron las condiciones ideales para maximizar el fructificación del pimiento.

Este resultado indica que el tipo de sustrato y la disponibilidad de nutrientes juegan un papel clave en la cantidad de frutos producidos por planta, lo que es fundamental para optimizar la productividad del cultivo.

Figura 8: Numero de fruto por planta, con la prueba de Tukey al 95%.

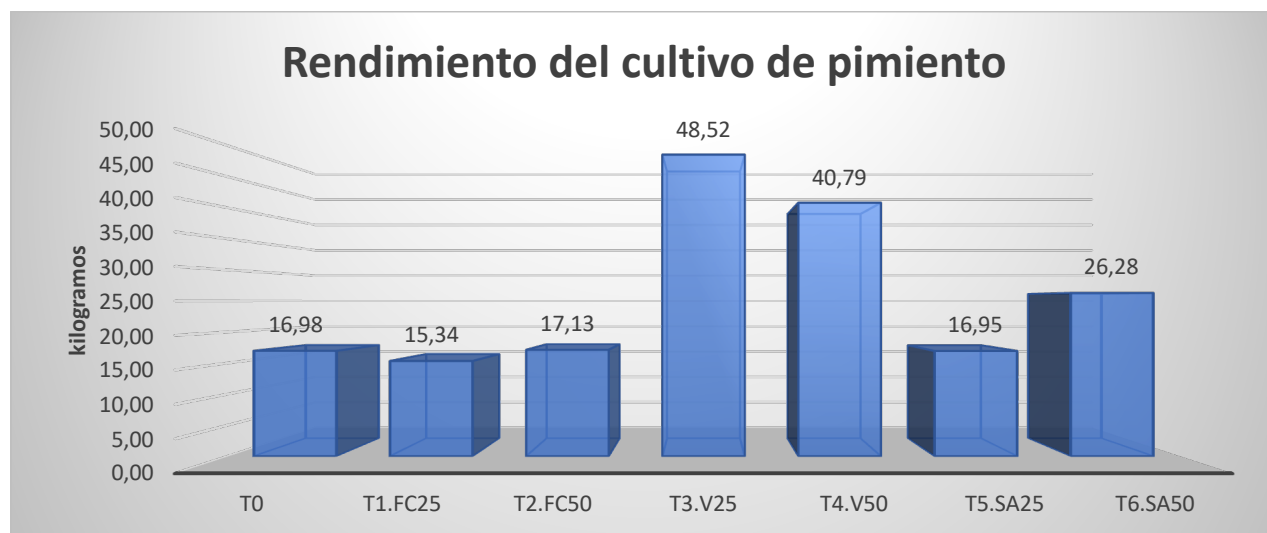


Elaborado: Cedeño.W,2025.

3.8 Rendimiento.

Al realizar el promedio del rendimiento por cada tratamiento encontramos que el tratamiento tres tiene una producción de 48,52 kg, el cual tiene vermicompost un 25% de arena, seguido del tratamiento cuatro con 40,79 kg, este tiene una mezcla de vermicompost mas arena del 50%, la utilización de la fibra de coco con arena que es el tratamiento uno con 15,34 kg siendo más bajo que el testigo con 16,98 kg, dando a conocer que la fibra de coco afecta su rendimiento en el pimiento.

Figura 9: Rendimiento del cultivo de pimienta en kg.



Elaborado: Cedeño.W,2025.

3.9 Análisis de costo en los tratamientos en la aplicación de sustrato en cultivo de pimienta en la agricultura urbana.

Los ingresos se lo realizo con las ventas del producto, el cual el mayor ingreso que genero fue el tratamiento tres y cuatro con 23,67 y el otro con 19,90 dólares americanos, identificando que n el mercado nos compraron el producto a 10 dólares el saco que tenía un promedio de 20,5 kg de peso. El tratamiento con menor ingreso fue el tratamiento uno, donde se aplicó la fibra de coco con arena al 25%, con un ingreso de 7,48 dólares americanos.

Tabla 5: Ingresos que se obtuvieron en el rendimiento de cada tratamiento en el cultivo de pimienta (*Capsicum annuum*)

Tra.	Unidad	Cantidad	costo del mercado	saco de 20,5 kg
T0	kg	16,98	10	8,28
T1.FC25	kg	15,34	10	7,48
T2.FC50	kg	17,13	10	8,36
T3.V25	kg	48,52	10	23,67
T4.V50	kg	40,79	10	19,90
T5.SA25	kg	16,95	10	8,27
T6.SA50	kg	26,28	10	12,82

Elaborado: Cedeño.W,2025.

4. Discusión

El presente estudio evaluó el efecto de tres tipos de sustratos en el desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) variedad 4 puntas, cultivado en macetas, con el objetivo de analizar su viabilidad como alternativa en la agricultura urbana. A partir de los resultados obtenidos en las diferentes variables analizadas (altura de planta, días a la floración, longitud del fruto, peso del fruto y número de frutos por planta), se evidenció que el tipo de sustrato utilizado tiene una influencia significativa en el crecimiento y rendimiento del cultivo.

Los tratamientos que incluyeron sustratos con mayor proporción de material orgánico y micronutrientes (como T3-V25 y T4-V50) favorecieron un mayor crecimiento en altura de las plantas de pimiento. Esto puede estar relacionado con una mejor disponibilidad de nutrientes esenciales, como el nitrógeno y el zinc, que son fundamentales en la etapa vegetativa de las plantas. Además, se observó que el tratamiento T1-F25 promovió una floración más temprana, lo que podría deberse a un equilibrio adecuado en la retención de humedad y la disponibilidad de nutrientes que favorecen la inducción floral.

Estos resultados sugieren que el tipo de sustrato no solo impacta el crecimiento de la planta, sino que también puede influir en la sincronización de su desarrollo reproductivo, lo que resulta clave para optimizar los tiempos de producción en sistemas de agricultura urbana.

En cuanto a la producción de frutos, se observó que el tratamiento T3-V25 fue el más eficiente, ya que presentó los frutos de mayor longitud y peso, además de registrar el mayor número de frutos por planta.

Este resultado indica que un sustrato bien equilibrado en términos de porosidad, retención de humedad y contenido de materia orgánica puede mejorar la formación y llenado de los frutos, lo que se traduce en una mayor productividad.

Por otro lado, los tratamientos con menor rendimiento frutal (como T0 y T6-S50) evidenciaron que sustratos menos adecuados pueden limitar el desarrollo del fruto, posiblemente debido a una menor disponibilidad de nutrientes esenciales o condiciones subóptimas en la retención de agua y aireación del sustrato. Esto resalta la importancia de seleccionar sustratos que no solo permitan un buen desarrollo radicular, sino que también proporcionen los nutrientes adecuados en las fases críticas del cultivo.

Los hallazgos de este estudio tienen implicaciones significativas en la implementación del cultivo de pimiento en sistemas urbanos, donde el espacio es limitado y la disponibilidad de suelo puede ser un factor restrictivo. La selección de un sustrato adecuado puede marcar la diferencia en la productividad del cultivo, permitiendo obtener cosechas de mejor calidad sin la necesidad de grandes extensiones de terreno.

Además, el uso de sustratos con materia orgánica puede representar una alternativa sostenible al aprovechar residuos agrícolas y urbanos para mejorar la fertilidad del sustrato, reduciendo la dependencia de fertilizantes sintéticos y contribuyendo a la economía circular en entornos urbanos.

5. Conclusiones

El presente estudio permitió evaluar la influencia de tres tipos de sustrato en el desarrollo y producción del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) variedad 4 puntas, cultivado en macetas, como una alternativa viable dentro del contexto de la agricultura urbana. A lo largo de la investigación, se analizaron diversas variables de crecimiento, tales como la altura de las plantas, los días a la floración, el número de frutos por planta, así como el peso y la longitud de los frutos, permitiendo determinar el impacto de cada sustrato en el desempeño del cultivo.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la composición del sustrato desempeña un papel fundamental en el desarrollo del pimiento, incidiendo directamente en su crecimiento vegetativo y su rendimiento productivo. En particular, se observó que los sustratos con un mayor contenido de materia orgánica y una adecuada retención de humedad favorecieron un incremento significativo en la altura de las plantas, lo que sugiere una mejor disponibilidad de nutrientes y condiciones óptimas para el desarrollo radicular. De igual manera, aquellos sustratos que propiciaron una mejor aireación del suelo y una óptima retención de agua lograron reducir el tiempo de floración, acelerando así el ciclo fenológico del cultivo y favoreciendo una producción más eficiente.

En cuanto a la productividad, se constató que los tratamientos con mejores características físico-químicas promovieron un mayor número de frutos por planta, así como un incremento significativo en el peso y la longitud de los frutos, lo que indica que la disponibilidad de nutrientes y la estructura del sustrato no solo influyen en el crecimiento de la planta, sino también en la calidad del producto final.

Estos hallazgos resultan especialmente relevantes en el contexto de la agricultura urbana, donde las condiciones de cultivo pueden ser limitadas en términos de espacio y disponibilidad de suelo, lo que hace indispensable la optimización de los sustratos para garantizar una producción eficiente.

Desde una perspectiva agroecológica, la implementación de sustratos adecuados en cultivos urbanos representa una estrategia clave para mejorar la productividad agrícola en entornos urbanos, permitiendo un uso más eficiente de los recursos y promoviendo la sostenibilidad ambiental. La incorporación de materia orgánica en los sustratos no solo contribuye al mejoramiento de las condiciones del suelo, sino que también fomenta la reutilización de residuos orgánicos, reduciendo así el impacto ambiental y promoviendo un modelo de producción más sustentable.

Asimismo, la producción de pimiento en macetas bajo condiciones controladas demuestra ser una alternativa viable para la agricultura urbana, permitiendo la producción de hortalizas frescas en espacios reducidos y fomentando la seguridad alimentaria en comunidades urbanas. La posibilidad de adaptar los sustratos a diferentes necesidades específicas del cultivo abre nuevas oportunidades para la implementación de técnicas más eficientes y sostenibles, que pueden ser replicadas en diversos entornos urbanos con fines comerciales o de autoconsumo.

No obstante, es importante señalar que, si bien los resultados de este estudio han demostrado la efectividad de ciertos sustratos en el crecimiento y producción del pimiento, aún es necesario profundizar en futuras investigaciones que permitan evaluar el comportamiento de estos sustratos a largo plazo, así como su impacto en otros parámetros de calidad del fruto.

Asimismo, se recomienda el análisis de otros factores agronómicos, como la disponibilidad de nutrientes a lo largo del ciclo de cultivo, la capacidad de retención de agua de los sustratos en diferentes condiciones climáticas y la influencia de la microbiota del suelo en el desarrollo de la planta.

En este sentido, las recomendaciones que se plantean a continuación buscan ofrecer directrices para optimizar la producción de pimiento en sistemas urbanos, así como para fomentar la investigación y aplicación de sustratos más eficientes y sostenibles en el ámbito de la agricultura urbana.

6. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos en este estudio sobre la influencia de tres tipos de sustratos en el desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) variedad 4 puntas, se plantean las siguientes recomendaciones con el propósito de optimizar la producción y promover prácticas agrícolas sostenibles en entornos urbanos:

1. Selección del sustrato adecuado

- Se recomienda utilizar sustratos con alto contenido de materia orgánica y una adecuada retención de humedad, ya que estos favorecen un crecimiento óptimo de la planta, incrementando su altura y reduciendo el tiempo de floración.

- Los sustratos que presentaron una mejor aireación y estructura favorecieron un mayor desarrollo radicular, lo que puede traducirse en una mayor absorción de nutrientes y un mejor rendimiento del cultivo.

2. Manejo del riego y fertilización

- Se sugiere establecer un sistema de riego eficiente, evitando el exceso de humedad que podría afectar la estructura del sustrato y generar condiciones propicias para enfermedades radiculares.

- La aplicación de fertilizantes orgánicos debe realizarse de manera equilibrada, asegurando el suministro de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio para mejorar el crecimiento y producción del cultivo.

3. Optimización del rendimiento del cultivo

- Para maximizar la producción de frutos por planta, se recomienda el uso de sustratos que han demostrado mayor eficiencia en la generación de biomasa y calidad del fruto, según los resultados obtenidos.

- Se debe priorizar la selección de sustratos que permitan una mayor uniformidad en el tamaño y peso de los frutos, con el fin de mejorar su valor comercial y su aceptación en el mercado local.

4. Implementación de la agricultura urbana como alternativa sostenible

- Se recomienda fomentar la producción de hortalizas en macetas y huertos urbanos, ya que esta práctica permite el aprovechamiento de espacios reducidos, contribuyendo a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental.

- La utilización de sustratos con componentes reciclados y orgánicos debe promoverse como una estrategia para reducir la dependencia de insumos químicos y fomentar prácticas agroecológicas.

5. Investigaciones futuras

- Se sugiere realizar estudios adicionales que analicen el comportamiento de los sustratos en diferentes condiciones climáticas y su impacto a largo plazo en la producción del pimiento.

- Es recomendable evaluar la interacción entre los microorganismos del sustrato y el desarrollo del cultivo, con el fin de comprender mejor su influencia en el rendimiento y la sanidad de las plantas.

- Finalmente, se plantea la necesidad de investigar la viabilidad económica de los diferentes sustratos utilizados, a fin de determinar su costo-beneficio en sistemas de producción urbana.

7. Bibliografía

- Alvarado, J. (2014). Caracterización poscosecha de la calidad del pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas. Universidad de Guayaquil.
- Balendres, M., & Bengoa, J. (2019). Diseases of dragon fruit pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas Etiology and current management options. . *Crop protection*, 126.
- Bello Bello J J et al. (2021). A temporary immersion system for mass micropropagation of pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas. *Biotech*.
- De la Cueva, D. (2019). El pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas un producto rentable y sostenible que. Babahoyo.
- FAO. (2016). Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas del campo al mercado. Capítulo 5: La calidad en frutas y hortalizas. Obtenido de Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentació. FAO.
- García , J. (2021). Aspectos de producción, comercialización, y desarrollo del cultivo pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas en el litoral ecuatoriano. Universidad Teécnica de Babahoyo, 11.
- Garcia L et al. (2015). Distribución geográfica de *hylocereus* (cactaceae) en México. *Botanica Sciences*, 921-939.
- Garcia Rubio. (2015). El manejo de la sombra en la producción de pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas. Procomer.

- García, J., López, R., & Hernández, P. (2019). *Impacto de los fertilizantes y pesticidas en la calidad del suelo agrícola y el desarrollo de cultivos*. Revista de Ciencia y Agricultura, 45(2), 123-134.
- González, J., & Sánchez, P. (2021). *Estrategias para el uso de sustratos en la producción de plántulas de pimiento*. Revista de Agricultura y Tecnología, 32(4), 45-60.
- Hernández Hernández, A. (2003). La composta, su elaboración y beneficio. Universidad Autónoma Agraria.
- Hernández Hernández, J. (2003). *La importancia de la materia orgánica en la productividad del suelo agrícola*. Ediciones Agrícolas, 17(2), 45-59.
- Hernández, M., Martínez, A., & Pérez, R. (2020). *Efecto de la temperatura y la humedad en el desarrollo de plántulas de pimiento*. Journal of Horticultural Science, 58(3), 215-225.
- Huachi L et al. (2015). Desarrollo del pimiento (Capsicum, annum), de variedad 4 puntas en Ecuador. Ciencias de la vida.
- LARROSA. (2020). Cómo y por qué utilizar el compost en la agricultura. LARROSA.
- Larroza, J. (2020). *El compost como alternativa orgánica en la fertilización agrícola: Beneficios y aplicaciones en suelos agrícolas*. Revista de Agricultura Sostenible, 33(4), 210-225.
- Márquez et. Al. (2016). Sustentabilidad ambiental en fincas cafetaleras después de un proceso de certificación. Artículo Científico - Ecología aplicada.

- Martinez Mauricio et al. (2013). Tecnología para el manejo de pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas Moran en Colombia. AGROSAVIA.
- Martínez, L., López, G., & Pérez, T. (2018). *Uso de compost en la mejora de la calidad del sustrato para el cultivo de pimiento en semillero*. Investigación Agrícola y Recursos Naturales, 40(2), 129-140.
- Martínez, L., Pérez, T., & Rodríguez, A. (2020). *Compost como una herramienta para la mejora del suelo agrícola y la biorremediación de contaminantes*. Journal of Environmental Management, 38(3), 567-575.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2021). *Compostaje: Estrategias para la gestión sostenible de residuos y mejora del suelo*. Recuperado de <https://www.ambiental.gob.ec>.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2021). Compost: el abono natural que reduce la erosión del suelo y combate el cambio climático. Ministerio del Medio Ambiente.
- Montesinos Cruz Josefina A et al. (2015). Pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas un recurso filogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. Cultivos Tropicales, 36.
- Montesinos et al. (2015). Pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. Mexico: Cultivos tropicales.
- Orrico, G. (2013). Respuesta pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas a la aplicación de boestimulantes. Quito - Ecuador. Universidad Central de Ecuador.

- Ortega, A. E. (2018). Producción de pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas para promover el desarrollo regional y sustentable. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez, J., Fernández, C., & Rodríguez, F. (2021). *Efectos de la contaminación del suelo en el desarrollo radicular de cultivos hortícolas: Un estudio de caso con pimiento*. Investigación Agrícola y Sustentabilidad, 42(1), 77-89.
- Poveda Burgos, G. (2015). DEMANDA DE pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas ECUATORIANA HACIA EL MERCADO NEERLANDÉS PERÍODO 2014-2015. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Rivadeneria , E. (2019). Proyecto para la producción pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas Ecuatoriana para el desarrollo agrocola con fines de exportacion-análisis y valoración y viabilidad económica . ESPOL.
- Rodríguez Bravo, A. (2022). EVALUACIÓN DE FRECUENCIA EN APLICACIÓN DE BIOL EN EL CULTIVO DE pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas, Cantón Isidro Ayora, Guaya. UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR.e
- Rodríguez, C., Fernández, E., & Gómez, F. (2019). *Influencia de los sustratos orgánicos en el crecimiento y desarrollo de plántulas de pimiento*. Revista Internacional de Agricultura, 21(1), 33-40.
- Rodríguez, M., González, A., & Martínez, R. (2020). *Uso de sustratos en la producción de plántulas de pimiento: Efectos sobre el desarrollo radicular y la calidad del cultivo*. Agronomía y Tecnología, 30(1), 65-72.

- Romero, J. (2014). Caracterización poscosecha de la calidad del fruto de pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas Universidad de Guayaquil.
- SAGARPA. (2009). El cultivo de pimiento (*Capsicum, annum*), (Secretaría de Agricultura), Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación)Subsecretaría de desarrollo rural.
- Suárez et al. (2019). Producción en Manabí se siembra pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas para la exportación. Manabí.
- Suárez Tamayo Susana et al. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología.
- Tahseen Sayara et al. (2021). El compostaje y otras aplicaciones del compost. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Tahseen Sayara, N., Ahmed, F., & Castro, M. (2021). *Sustainability in agricultural production: The role of compost in improving soil health and crop yield*. Journal of Environmental Sustainability, 28(2), 112-124.
- Vargas , I. (2020). Comparación de diferentes concentraciones de Bencilaminopurina (BAP) en la fase de multiplicación pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas, en el laboratorio de cultivo de tejidos in vitro, FCA-UNASAM. Universidad Nacional Santiago Antúñez de Mayolo, 22.
- Vera, W. (2015). Análisis de la producción y productividad del cultivo pimiento (*Capsicum, annum*), de variedad 4 puntas en los cantones Quevedo, Mocache Y Ventanas,

año 2015". Quevedo: Universidad Técnica Estatal De Quevedo Facultad De Ciencias Agrarias Carrera De Economía Agrícola.

Verona, A. E. (2020). Pimiento (Capsicum, annum): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. Nuevo Chimbote: Scientia Agropecuaria.

Anexos

Tabla 6: Análisis de varianza sobre la altura de las plantas de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.

F.V	GL	S.C	C.M	F	P-valor
Tra	6	450,2857	75,0476	20,74	<,0001**
A	2	267,1111	133,5555	36,9	<,0001**
B	1	20,05555	20,05555	5,54	0,0337NS
A*B	2	35,1111	17,5555	4,85	0,0251NS
Error	14	50,67	3,62		
Total	20	500,95			
C.V.	3,31%				
promedio	57,38				

** Altamente Significativo ($p \leq 0.05$); C.V coeficiente de variación; NS No Significativo

Tabla 7: Análisis de varianza sobre los días a la floración del cultivo de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.

F.V	GL	S.C	C.M	F	P-valor
Tra	6	715,9047	119,3174	21,23	<,0001**
A	2	640,7777	320,3888	57,02	<,0001**
B	1	0,8888	0,8888	0,16	0,6968NS
A*B	2	4,1111	2,0555	0,37	0,7001NS
Error	14	78,67	5,62		
Total	20	794,57			
C.V.	5,53%				
promedio	42,85				

** Altamente Significativo ($p \leq 0.05$); C.V coeficiente de variación; NS No Significativo

Tabla 8: Análisis de varianza sobre longitud del fruto del cultivo de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.

F.V	GL	S.C	C.M	F	P-valor
Tra	6	11,8361	1,9726	6,27	0,0023*
A	2	8,0344	4,0172	12,76	0,0007*
B	1	0,6422	0,64222	2,04	0,1751NS
A*B	2	1,4677	0,7338	2,33	0,1337NS
Error	14	4,41	0,31		
Total	20	16,24			
C.V.	8,59%				
promedio	6,52				

* Significativo ($p \leq 0.05$); C.V coeficiente de variación; NS No Significativo

Tabla 9: Análisis de varianza sobre el peso del fruto del cultivo de pimiento, con la prueba de Tukey al 95%.

F.V	GL	S.C	C.M	F	P-valor
Tra	6	18219,238	3036,5396	191,49	<,0001**
A	2	15583,444	7791,7222	491,37	<,0001**
B	1	60,5	60,5	3,82	0,0711NS
A*B	2	646,3333	323,1666	20,38	<,0001**
Error	14	222,00	15,86		
Total	20	18441,24			
C.V.	3,17%				
promedio	125				

**Altamente significativo ($p \leq 0.05$); C.V coeficiente de variación; NS No Significativo

Tabla 10: Análisis de varianza sobre número de fruto por planta, con la prueba de Tukey al 95%.

F.V	GL	S.C	C.M	F	P-valor
Tra	6	74,4761	12,4126	8,99	0,0004*
A	2	58,7777	29,3888	21,28	<,0001**
B	1	3,5555	3,5555	2,57	0,1309NS
A*B	2	6,7777	3,38888	2,45	0,122NS
Error	14	19,33	1,38		
Total	20	93,81			
C.V.	14,86%				
promedio	7,9				

* Significativo **Altamente significativo ($p \leq 0.05$); C.V coeficiente de variación; NS No Significativo