



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EFFECTO DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL
DESARROLLO INICIAL DE PLÁNTULAS DE BANANO (*Musa
acuminata*) EN CONDICIÓN DE VIVERO**

AUTOR

MANCHENO CAJAMARCA JORGE DIEGO

TUTOR

ING. GÓMEZ GÓMEZ KEVIN DANIEL, MSc.

MILAGRO, ECUADOR

2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMÍA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

El suscrito, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL DESARROLLO INICIAL DE PLÁNTULAS DE BANANO (*Musa acuminata*) EN CONDICIÓN DE VIVERO, realizado por el estudiante MANCHENO CAJAMARCA JORGE DIEGO ; con cédula de identidad N° 0750011835 de la carrera AGRONOMÍA Ciudad Universitaria Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,



ING. GÓMEZ GÓMEZ KEVIN DANIEL, MSc.
TUTOR

Milagro, 14 de agosto de 2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "EFECTO DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL DESARROLLO INICIAL DE PLÁNTULAS DE BANANO (*Musa acuminata*) EN CONDICIÓN DE VIVERO" realizado por el estudiante MANCHENO CAJAMARCA JORGE DIEGO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Freddy Gavilánez Luna, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. César Peña Haro, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Nuvia Morán Sánchez, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Keyin Gómez Gómez, M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

Milagro, 14 de agosto del 2026

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios, por guiar mi camino y darme la fortaleza para superar cada desafío. A mis padres, mis tíos y a toda mi familia en general, por su apoyo incondicional y confianza en cada paso de mi formación. También le dedico a las personas que creyeron en mí y me motivaron a alcanzar esta meta, como símbolo de esfuerzo y superación.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a Dios por brindarme salud, fortaleza y sabiduría para culminar esta etapa de mi formación. A mi familia, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante. A los docentes y tutor de tesis, por compartir sus conocimientos y orientación durante el desarrollo de este trabajo.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo MANCHENO CAJAMARCA JORGE DIEGO, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre: "EFECTO DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL DESARROLLO INICIAL DE PLÁNTULAS DE BANANO (*Musa acuminata*) EN CONDICIÓN DE VIVERO" para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenezcan o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, 14 de agosto del 2026



MANCHENO CAJAMARCA JORGE DIEGO
C.I. 0750011835

RESUMEN

El banano (*Musa acuminata*) es un cultivo de gran importancia económica y social en diversas regiones, es una valiosa fuente de alimento y energía, la propagación adecuada del banano en vivero es un proceso clave para asegurar plantaciones saludables y de alto rendimiento. En la práctica se mezcla suelo o materiales orgánicos y el uso excesivo de suelo agrícola también representa un problema ambiental. Este proyecto tuvo como objetivo determinar cuáles son los sustratos adecuados para la etapa de vivero del banano, se evaluaron cuatro tratamientos: T1 conformado por tamo de arroz (70%) y arena (30%); T2 con turba al 100%; T3 compuesto de fibra de coco (80%) y arena (20%); y T4 elaborado a base de compost de pseudotallo (80%) y arena (20%). Se realizaron cinco repeticiones por tratamiento y se evaluaron las variables: porcentaje de prendimiento, altura de planta, número de hojas, diámetro de pseudotallo, peso de la raíz, relación de costo – beneficio. Los tratamientos con mejores resultados en las distintas variables evaluadas fueron: altura de planta t2 Y t3, cantidad de hojas t4 y t3, en diámetro de tallo t4 Y t2, peso de raíz t3 y prendimiento t4 y t3, en cuanto a costo beneficio el t4 fue el tratamiento económicamente más eficiente, con 4,76 por dólar invertido. Económicamente no todos los tratamientos son rentables, por lo que es recomendable que se estudien los sustratos en distintas proporciones para evaluar de mejor manera la efectividad de los compuestos orgánicos, establecer guías en base a los beneficios del agricultor.

Palabras clave: *sustratos orgánicos, vivero, banano, pseudotallo, fibra de coco.*

ABSTRACT

The banana (*Musa acuminata*) is a crop of great economic and social importance in various regions and a valuable source of food and energy; proper nursery propagation is a key process for ensuring healthy, high-yielding plantations. In practice, soil or organic materials are mixed, and the excessive use of agricultural soil poses an environmental problem. This project aimed to determine suitable substrates for the banana nursery stage by evaluating four treatments: T1, consisting of rice husks (70%) and sand (30%); T2, 100% peat; T3, composed of coconut fiber (80%) and sand (20%); and T4, based on pseudostem compost (80%) and sand (20%). Five replicates per treatment were conducted, and the following variables were evaluated: establishment rate, plant height, number of leaves, pseudostem diameter, root weight, and cost-benefit ratio. The treatments yielding the best results across the evaluated variables were: plant height (T2 and T3), number of leaves (T4 and T3), stem diameter (T4 and T2), root weight (T3), and establishment rate (T4 and T3). Regarding cost-benefit, T4 was the most economically efficient treatment, yielding 4.76 per dollar invested. Not all treatments are economically profitable; therefore, it is recommended to study substrates in varying proportions to better evaluate the effectiveness of organic compounds and to establish guidelines based on benefits to the farmer.

Keywords: *organic substrates, nursery, banana, pseudostem, coconut fiber.*

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Antecedentes del problema.....	13
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	13
1.3 Justificación de la investigación	14
1.4 Delimitación de la investigación.....	15
1.5 Objetivo general	15
1.6 Objetivos específicos	15
1.7 Hipótesis.....	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1 Estado del arte	16
2.2 Bases científicas y teóricas	18
2.3 Marco legal.....	28
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1 Enfoque de la investigación.....	30
3.2 Metodología.....	30
4. RESULTADOS	35
4.1 Indicadores de crecimiento como altura, número de hojas, diámetro de pseudotallo y desarrollo radicular los sustratos indicados.....	35
4.2 Supervivencia de las plántulas durante el tiempo de estudio a través del prendimiento del cormo	38
4.3 Mezcla de sustrato orgánico más eficiente en términos de crecimiento y costo- beneficio para la propagación de plantas de banano en vivero.....	39
5. DISCUSIÓN.....	41
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
6.1 Conclusiones.....	43
6.2 Recomendaciones.....	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	52
APÉNDICE.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°1. Croquis de campo	52
Anexo N°2. Zona de estudio vista de manera saltelital.	52
Anexo N°3. Cuadro de resultados	53
Anexo N°4. Análisis de la varianza de la altura de planta.	54
Anexo N°5. Análisis de la varianza del diámetro de tallo.....	55
Anexo N°6. Análisis de la varianza del número de hojas por planta.....	56
Anexo N°7. Análisis de la varianza del porcentaje de prendimiento.....	58
Anexo N°8. Análisis de la varianza del peso de la raíz.....	59

ÍNDICE DE APÉNDICE

Apéndice N° 1. Sustrato de fibra de coco	60
Apéndice N° 2. Sustrato de tamo de arroz	60
Apéndice N° 3. Sustrato de pseudotallo descompuesto	61
Apéndice N°4. Sustrato de turba.....	61
Apéndice N°5. Samas germinadoras	62
Apéndice N°6.Desinfección y curación de las plántulas antes del trasplante en funda.....	62
Apéndice N°7. Siembra en funda de los 4 tratamientos	63
Apéndice N°8. Plantas ubicadas en el área experimental.....	63
Apéndice N°9. Peso de raíz del tratamiento 1.	64
Apéndice N°10. Peso de raíz del tratamiento 2.....	64
Apéndice N° 11. Peso de raíz del tratamiento 3.....	65
Apéndice N°12. Peso de raíz del tratamiento 3.....	65
Apéndice N°13. Muestra de los 4 tratamientos realizados.....	66
Apéndice N°14. Toma de datos junto con el tutor.....	66
Apéndice N°15. Toma de datos de los tratameintos junto con el tutor.....	67
Apéndice N°16. Foto con el tutor en la zona de estudio.	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Matriz de operacionalización de variable independiente	30
Tabla N° 2. Matriz de operacionalización de variables	31
Tabla N° 3. Descripción de los sustratos	32
Tabla N° 4. Delimitación del experimento	33
Tabla N° 5. Esquema de análisis de varianza del experimento	34
Tabla N° 6. Datos de altura de la planta (cm).	35
Tabla N° 7. Cantidad de hojas por plántula	36
Tabla N° 8. Diámetro de pseudotallo de las plantas de banano (mm)	37
Tabla N° 9. Peso de la raíz de las plantas (g).....	38
Tabla N° 10. Porcentaje de prendimiento de la planta.....	38
Tabla N° 11. Datos de costo beneficio de cada tratamiento experimental.	39
Tabla N° 12. Análisis costo beneficio	40

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El banano (*Musa acuminata*) representa un cultivo de gran importancia económica y social en diversas regiones del planeta, ya que es una valiosa fuente de alimento y energía, la venta de banano representa una fuente importante de ganancia para la economía de Ecuador y constituye un recurso fundamental de trabajo, además de ayudar a la económica de varias comunidades (Ugarte, 2022).

La propagación adecuada del banano en vivero es un proceso clave para asegurar plantaciones saludables y de alto rendimiento. Investigaciones recientes han abordado el empleo de sustratos orgánicos como estrategia para optimizar el crecimiento de las plántulas y disminuir los costos asociados a su producción (Ajila Gia, 2021).

García, (2020) analizó distintas combinaciones de sustratos orgánicos en la propagación del clon Williams, concluyendo que mezclas como suelo limoso con turba vegetal y piedra pómez promovieron un mayor vigor en las plántulas. Estos hallazgos subrayan la relevancia de una selección cuidadosa de los componentes del sustrato. Una adecuada elección del sustrato en la etapa de vivero es clave para garantizar el establecimiento inicial de las plantas de banano, ya que influye directamente en la absorción de agua, el desarrollo radicular y la expresión foliar. Si bien estas investigaciones han generado aportes importantes, aún existe un vacío en el estudio de la propagación de plantas de banano en condiciones de vivero en Ecuador, particularmente en lo referente al uso comparativo de sustratos orgánicos (Sánchez, 2021).

Por ello, en esta investigación se compararon distintos sustratos orgánicos disponibles localmente en la propagación de plantas de banano en vivero, se espera que los resultados contribuyan a mejorar las prácticas de propagación, optimizando la calidad de las plántulas, reduciendo costos de producción y promoviendo un modelo de agricultura más eficiente y sostenible.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El banano es un cultivo de gran importancia en Ecuador y muchos pequeños productores dependen de esta especie para su economía. Una etapa clave para el

buen desarrollo del cultivo es la propagación en vivero, pero en muchos casos no se cuenta con información suficiente sobre qué tipo de sustratos es el más adecuado para esta fase.

En la práctica, se usan mezclas de suelo o materiales orgánicos de forma empírica, sin estudios técnicos que respalden su efectividad. Esto puede afectar el crecimiento de las plántulas, su resistencia al trasplante y, a largo plazo, el rendimiento del cultivo. Además, el uso excesivo de suelo agrícola también representa un problema ambiental.

Considerando esto, existe la necesidad de comparar distintos sustratos orgánicos disponibles localmente para identificar cuales ofrecen mejores resultados en la propagación de plantas de banano. Con este estudio se espera aportar información útil para los que propaguen en viveros y productores, promoviendo un manejo técnico y sostenible desde la etapa inicial del cultivo.

En este estudio se evaluaron cuatro tipos de sustratos orgánicos de uso potencial en viveros: tamo de arroz, turba, fibra de coco y pseudotallo descompuesto. Estos materiales fueron seleccionados por su disponibilidad local y sus características físicas, como retención de humedad, aireación y aporte de materia orgánica, que podrían influir positivamente en el desarrollo de las plántulas.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo influye el uso de diferentes tipos de sustratos, en la propagación de plantas de banano *Musa acuminata* AAA, clon Valery en condiciones de vivero?

1.3 Justificación de la investigación

Las plantas de banano en viveros enfrentan desafíos significativos relacionados con la calidad del sustrato y su influencia en el desarrollo inicial de las plantas, en este contexto, la evaluación de diferentes sustratos se vuelve esencial para optimizar el crecimiento, reducir costos y promover prácticas agrícolas sostenibles.

Este proyecto tuvo como objetivo determinar cuáles son los sustratos más adecuados para la etapa de vivero del banano, evaluando su impacto en parámetros clave como el porcentaje de brotación, altura de las plantas, diámetro, número de hojas y peso de raíces.

La justificación radica en que el uso de sustratos eficientes y económicamente accesibles no solo garantiza una producción más homogénea y

rentable, sino que también contribuye a un manejo ambiental más responsable, alineado con las exigencias actuales de sostenibilidad agrícola.

1.4 Delimitación de la investigación

El espacio donde se desarrolló el proyecto será en la provincia de El Oro, cantón Pasaje, sector Casacay cuyas coordenadas son -3.311680, -79.748633. El proyecto se llevó a cabo entre los meses de octubre y diciembre 2025. El trabajo está dirigido principalmente a pequeños y medianos productores, viveristas y técnicos agrícolas que buscan mejorar la propagación del banano a través del uso de alternativas más eficientes y sostenibles.

Objetivos

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo de las plántulas de banano *Musa acuminata* AAA, clon Valery en condiciones de vivero.

1.6 Objetivos específicos

- Identificar los indicadores de crecimiento, como altura, número de hojas, diámetro de pseudotallo y desarrollo radicular, en función de los sustratos indicados.
- Valorar la supervivencia de las plántulas durante el tiempo de estudio a través del prendimiento del cormo.
- Describir la mezcla de sustrato orgánico más eficiente en términos de crecimiento y costo-beneficio para la propagación de plantas de banano en vivero.

1.7 Hipótesis

El uso de determinados sustratos orgánicos, como la turba, tamo de arroz, pseudotallo descompuesto o la fibra de coco, influye significativamente en el crecimiento y desarrollo inicial de las plantas de banano en vivero, siendo posible identificar cuál de ellos proporciona mejores condiciones para la propagación eficiente.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Martínez (2022) llevó a cabo una investigación sobre el impacto de sustratos y fuentes orgánicas en la propagación de banano y plátano, analizando distintos sustratos y fuentes orgánicas en el desarrollo de las plantas de banano y en la brotación de los cormos de plátano. Se realizaron dos experimentos en un vivero: 1) Se sembraron plántulas de banano de 45 días en diferentes sustratos: sustrato básico (SB) mezclado en partes iguales con arena y cascarilla de arroz (t0); SB combinado con vermicompost (t1); el sustrato del T1 se sumergió previamente durante 1 hora en vermicompost líquido al 50 % (t2); y las mismas condiciones que t2, pero se regaron semanalmente con VI50% para el (t3). Se midieron el número de hojas (NH), la altura de plántula (AP) y el tiempo de trasplante al campo (PTC) durante un período de 45 días. Experimento 1, el uso de vermicompost aumentó de manera significativa la AP en 4,5 cm y redujo el PTC de 49 a 35 días, en el Experimento 2, el vermicompost (H3) mostró diferencias muy significativas en AP, PR con aumentos de 10 cm y 19 g, respectivamente y t0 que fue testigo con 0,75cm siendo este el inferior a todos los resultados.

Batista (2024), en su estudio titulado Evaluación de la respuesta diferencial a la aclimatación de vitroplantas de ñampi (*Dioscorea trifida* L.), plátano (*Musa balbisiana*) y banano (*Musa acuminata*) a través de tres sustratos diferentes, se implementó un diseño aleatorio completo (DAC) con un sistema bifactorial que incluyó doce tratamientos y 98 repeticiones. Los factores analizados fueron: el sustrato, que consistía en el primer sustrato de suelo + arena + cascarilla de arroz, el segundo sustrato de cascarilla de arroz + arena, y el tercer sustrato basado en turba. Las variables consideradas para la evaluación fueron: altura de planta, cantidad de hojas, longitud de raíces y número de ramificaciones radiculares. Los hallazgos de este estudio fueron los siguientes: a los 60 días tras el trasplante, el sustrato tres presentó valores más altos con hojas 2,71, altura 3,22 cm, peso de raíces 2,91 kg y número de raíces 2,68. Con base en los resultados obtenidos, el crecimiento y desarrollo más óptimos de las vitroplantas.

Flores y Lalangui (2022) llevaron a cabo el estudio titulado “Evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano, variedad Williams” utilizando un método de propagación mediante yemas adventicias y evaluando dos tipos de sustrato y dos reguladores de crecimiento. Esta investigación se desarrolló en el cantón la Maná. Se aplicó un diseño completamente aleatorio que combinó dos sustratos y dos reguladores de crecimiento, resultando en cuatro tratamientos. Se examinaron las siguientes variables: aparición de yemas, altura de las plantas, diámetro del pseudotallo, cantidad de hojas, índice de esbeltez, cantidad de raíces y longitud de las raíces. Los hallazgos mostraron que el T2 (arena + cascarilla de arroz + citoquinina), tuvo el mejor rendimiento, con menos días hasta la aparición de yemas, alcanzando la mayor altura de planta 35,22 cm, diámetro de pseudotallo, números de hojas de 6,75 y demostró tener las raíces más largas. En el caso de la variable de raíces, el tratamiento T3 (Tierra + Cascarilla de arroz + citoquinina) fue el más destacado con un total de 23. 63 raíces. Finalmente, T2, alcanzando 27,88 cm.

Ñaupá (2024) llevó a cabo un estudio sobre la Influencia de distintos tipos de sustrato en el crecimiento y desarrollo de plantones de *Musa paradisiaca* L. en la localidad de Omayá- Perú. Se cultivaron variedades de plátano ordinario e isla Maleño en dos tipos de sustratos: S1 (que consiste en 50 % de tierra agrícola, 30 % de gallinaza y 20 % de cascarilla de arroz) y S2 (que incluye 40 % de tierra agrícola, 20 % de gallinaza, 20 % de cascarilla de arroz y 20 % de arena). El objetivo principal fue analizar el crecimiento y desarrollo de los plantones de *Musa paradisiaca* L. En cuanto al crecimiento y desarrollo de los plantones de plátano (Isla Maleño y Ordinario) en los dos sustratos empleados en el distrito de Pichari, se halló una diferencia significativa en los parámetros evaluados, que incluyen altura de 34,87 y 21,03 en los 20 días respectivamente. En cuanto a costo de producción de plantones de plátano (Isla Maleño y Ordinario) los ingresos netos resultaron ser negativos, con Isla Maleño en el sustrato s1 (T1) registrando una pérdida de 964. 06 soles y el plátano Ordinario en el sustrato s2 (T4) con una pérdida de 536. 37 soles.

En su trabajo crecimiento de plantas de cacao en vivero por efecto de sustratos orgánicos, Castro (2023) realizó un análisis de tres tipos de sustratos orgánicos en contraste con el uso de fertilizantes químicos, evaluando la respuesta en cuanto a diversos parámetros de crecimiento. La investigación se

llevó a cabo en las instalaciones de la empresa Ingemann Soluciones S. A., Managua- Nicaragua. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) que incluía cuatro tratamientos y tres repeticiones, cada uno con 30 plantas, sumando un total de 360 plantas. La variedad empleada fue el cacao forastero. Los tratamientos consistieron en tres sustratos orgánicos: uno basado en cascarilla de arroz carbonizada, otro con polvo de frijol carbonizado, un tercero que combinó suelo de las laderas del cerro Mombacho con estiércol bovino, y un cuarto tratamiento que utilizó solo suelo. Se midieron las variables de crecimiento como la altura de las plantas, el número de hojas, el diámetro del tallo, la longitud de la raíz y la biomasa seca. Se encontraron diferencias significativas en todas las variables, destacando los mejores resultados con el sustrato de cascarilla de arroz carbonizada.

2.2 Bases científicas y teóricas

2.2.1 Generalidades del cultivo

El banano es un alimento lleno de vitaminas con un gusto dulce y aromático, tiene una apariencia alargada, ovalada y un poco arqueada, con una piel amarilla, blanca y deliciosa. Esta especie se desarrolla bien en áreas cálidas y húmedas del trópico, donde las temperaturas se mantienen por encima de 35 °C y las lluvias anuales superan los 2 000 mm (León, 2024).

Tomalá (2023) añade que su gran riqueza en nutrientes y su presencia constante durante el año, junto con la capacidad de producción masiva, facilitan la disminución de gastos y aseguran su accesibilidad en los mercados globales, constituyendo un elemento fundamental en los intercambios comerciales.

2.2.2 Origen e importancia

El banano ocupa un lugar destacado en la agricultura y el comercio global. Debido al acelerado aumento de la población en las naciones que lo producen, junto con la creciente necesidad de importaciones a nivel mundial, esta cosecha ha visto un notable incremento en sus volúmenes de producción y comercio en los últimos años (Mendoza, 2023). Franco (2022) argumenta que, desde una perspectiva económica, el banano ocupa una posición predominante en la producción y el intercambio agrícola a nivel internacional, satisface la creciente necesidad global y el crecimiento poblacional en las naciones productoras, estableciéndose como un elemento fundamental del comercio agrícola. En el

caso de Ecuador, representa el 3, 84 % del producto interno bruto, creando empleos y resultando clave para la seguridad alimentaria.

2.2.3 Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musaceae

Género: *Musa*

Especie: *M. acuminata* (Guato, 2022).

2.2.4 morfología de la planta

2.2.4.1. Sistema radicular.

El sistema de raíces juega un papel crucial, ya que se ocupa de llevar el agua a la planta y también de transportar los nutrientes del suelo hacia la planta y en sentido inverso (Aguirre, 2025).

2.2.4.2. Pseudotallo.

Flecher (2025) menciona que su estructura basal es un rizoma que se compone de un amplio grupo de envolturas de hojas, a medida que las hojas se desarrollan, estas favorecen el crecimiento del tallo hasta que logra su altura máxima. A pesar de que el pseudotallo es denso y robusto, puede soportar racimos que pesan hasta 50 kilogramos.

2.2.4.3. Hoja.

Es el órgano fotosintético de la planta, esta es de gran tamaño 2m y medio metro de ancho tiene forma espiral o cilíndrica, limbo elíptico alargado. Las primeras hojas producidas por un hijo en crecimiento se llaman hojuelas y las ya formadas se denominan verdaderas; consta de limbo, peciolo, nervadura (Cornejo, 2020).

2.2.4.4. Flores.

Gomez (2022) expresa que las flores se desarrollan en racimos desde la parte superior del tallo hacia el medio, presentando un tono amarillo irregular y cuentan con 6 estambres, siendo importante mencionar que uno de ellos es estéril. Cada conjunto de flores que se agrupa en cada bráctea crea una colección de frutos conocida como “mano”, que alberga entre 3 y 20 frutos.

2.2.4.5. Fruto.

A medida que el fruto crece, se curvan hacia el suelo debido a su peso, lo que influye en la configuración del racimo. Los bananos presentan variaciones, pudiendo tener entre 5 y 20 manos, cada mano con 2 a 20 frutas, que pueden ser de colores amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos que se consumen son de partenocarpia vegetativa, lo que significa que generan una porción comestible sin requerir polinización (Morocho, 2025).

2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos

2.2.5.1. Clima.

Las plantas de la familia de las musáceas se desarrollan en una variedad de situaciones de luz solar, que van desde lugares con nubes ($184 \mu\text{mol S}^{-1} \text{m}^{-1}$) hasta espacios con intensa irradiación ($1500 \mu\text{mol S}^{-1} \text{m}^{-1}$). La insuficiencia de luz influye en la producción de clorofila, lo que ocasiona que las hojas se tornen de un color blanquecino (Urango, 2021).

2.2.5.2. Temperatura.

Caravedo (2024) establece que el rango ideal de temperatura para el cultivo de banano se sitúa entre los 26 y 30° celsius durante el día y no debería bajar de 18 grados en las horas nocturnas. Estas condiciones calóricas benefician la fotosíntesis, el desarrollo de la planta y la correcta formación de los racimos de banana. En cambio, las temperaturas extremas, ya sea por frío o calor, pueden afectar negativamente tanto la calidad como la producción del fruto.

2.2.5.3. Suelo.

La composición del terreno tiene una función clave en los procesos físicos, químicos y biológicos, afectando de manera directa aspectos como la fertilidad, la capacidad de drenaje y la capacidad de moldearse. Si bien las partículas de arena tienen menor actividad, juegan un papel importante en el aumento del tamaño de los espacios vacíos, lo que favorece la circulación del aire (Prado, 2024).

2.2.6 Labores culturales

2.2.6.1. Siembra.

Consigue plántulas que sean saludables y limpias para aplicar un tratamiento inicial, aplicando la mitad del nematicida sugerido en el fondo del

hoyo, cubre la plántula y aplica el resto en la superficie, el método de siembra es en tresbolillo. (Arzube et al., 2022).

2.2.6.2. Fertilización.

Para llevar a cabo la fertilización del terreno, se sugiere utilizar Crisabono (10-8-8-0-2), en cantidades de 1. 5 a 2 litros por hectárea. Para remediar las carencias de zinc, aplicar al descendiente y al nieto zinquel (Zinc 6,5% y Azufre 4%), en dosis de 3 litros por hectárea o (Zinc 6,5%, Azufre 4% + microelementos), en cantidades de 3 litros por hectárea (Ramírez, 2024).

2.2.6.3. Control de malezas.

Jiménez (2022) menciona que el manejo de hierbas indeseables que perjudican el cultivo de plátano, se sugiere glifosato, en cantidades de 3 a 4 litros por hectárea paraquat, en cantidades de 1,5 a 3 litros por hectárea diuron, en cantidades de 1 a 1. 5 litros por hectárea.

2.2.6.4. Deshije.

De Armas (2021) expresa que la finalidad es prevenir que el desarrollo del hijo genere inconvenientes debido al contacto de sus hojas con la fruta; el instante más oportuno para llevarlo a cabo es cuando las condiciones lo demanden.

2.2.6.5. Deshoje.

El deshoje es la eliminación sanitaria de hojas, o partes de ellas, infestadas con Sigatoka negra. Las hojas de banano son la única fuente de inóculo de la Sigatoka negra; el hongo produce más ascosporas en las hojas vivas que en las hojas que se han cortado y caído al suelo (Castro, 2023).

2.2.6.6. Apuntalamiento.

La finalidad es prevenir que las plantas se inclinen debido al viento y al peso del racimo. Se debe llevar a cabo en el instante en que la inflorescencia ha brotado, y los ciclos deben hacerse una vez cada semana (Hernández, 2023).

2.2.7 Fenología del banano

2.2.7.1. Fase vegetativa.

2.2.7.1.1 Germinación.

Custodio (2021) menciona que en esta fase ocurren dos sucesos significativos; el primero, que marca el comienzo del desarrollo, es el surgimiento de raíces que provienen de los nudos del cormo. Estas raíces son delgadas y están llenas de numerosas raíces secundarias. Después de la siembra, la

cantidad de raíces cambia a 5, 15 y 24 raíces en un intervalo de 5, 10 y 15 días, respectivamente. El segundo suceso relevante es la creación de las hojas funcionales; estas hojas presentan formas alargadas y planas. Esta fase finaliza en promedio entre los 15 y 21 días.

2.2.7.1.2 Plántulas.

Esta fase comienza con la primera hoja que se desarrolla; este evento indica un crecimiento dinámico de la planta y finaliza al momento en que se forman los primeros retoños, con una duración aproximada de 98 días. En total, se generan 14 hojas y se alcanza un área foliar de 2, 80 m² (Herrera, 2021).

2.2.7.1.3 Formación de hijuelos.

Torres (2019) menciona que inicialmente, el cormo tiene una estructura cilíndrica, pero a los tres meses tras la siembra, su forma evoluciona a un cono truncado, y comienza a formar un segundo cormo, que se sitúa entre 20 y 25 cm por debajo del suelo. En este momento, aparecen raíces nodales y también raíces adventicias. Durante esta fase, surgen hijuelos en forma de espada que presentan forma cónica y se reconocen por su excelente desarrollo y fortaleza, con hojas en forma de lanza, considerados como material adecuado para sembrar.

2.2.7.1.4 alargamiento de entrenudos

En esta fase comienza la creación del tallo de la flor, que surge del estiramiento de los segmentos del tallo, empezando en los nudos noveno o décimo y dando como resultado un tallo que presenta una yema foliar en su extremo (Arboleda, 2019).

2.2.7.2. Fase reproductiva.

2.2.7.2.1 Iniciación floral.

La yema de bellota se desarrolla en el extremo del tallo de la flor, lo que posteriormente conducirá a la formación del racimo y luego a la evolución de las flores. Este evento sucede cuando, en promedio, ya han aparecido 28 hojas, y al mismo tiempo, se genera la primera hoja activa en el descendiente mayor; lo que señala que, a nivel fisiológico, este comienza a separarse de la planta madre (Juris, 2021).

2.2.7.2.2 Desarrollo de bellota.

Mestra (2022) expresa que cuando se puede observar claramente el comienzo de la floración, es un signo de que ha comenzado la formación de las

flores; es decir, la futura bellota, que ya ha sido empujada hacia arriba entre las vainas foliares. A medida que los entrenudos se alargan, la bellota aumenta considerablemente de tamaño; esta siempre permanece cubierta por las hojas que todavía no han salido a la superficie; al concluir este proceso antes de que la flor florezca, los entrenudos se encuentran en las partes finales del tallo que sostiene la flor.

2.2.7.2.3 Floración.

En este momento, la bellota se eleva en posición vertical y sus brácteas son de color verde. Después de aproximadamente siete días, la bellota toma una disposición horizontal y sus brácteas se vuelven moradas o púrpuras. A continuación, presenta una forma colgante, lo que permite que comience a desarrollarse la primera bráctea basal, finalizando así esta fase (Lozano, 2023).

2.2.7.2.4 Iniciación de racimo.

El conjunto de flores se hace visible al separarse las brácteas, el cual está constituido por el raquis que sostiene grupos de flores organizadas en dos filas dispuestas en espiral a lo largo del raquis. En cuanto a las flores femeninas, estas se encuentran en la parte inferior, las masculinas ocupan la parte superior y las neutras se sitúan en la sección media. Las flores femeninas se desarrollan sin fertilización y dan lugar a los frutos, las masculinas forman la sección final de la inflorescencia sin que sus brácteas se abran, y las neutras no se desarrollan y originan los falsos dedos. Este proceso se da tras la aparición de la bellota, que ocurre alrededor de quince días en promedio. Al concluir esta fase, se pueden observar entre siete y nueve manos expuestas que conforman el racimo (Oviedo, 2024).

2.2.7.2.5 Maduración de racimo.

Durante esta fase, los carbohidratos se concentran en las manos del racimo, lo cual sucede cuando las manos bajas superan en número a las manos altas, generando una forma triangular en el racimo. Asimismo, se nota que el tamaño de los dedos reduce conforme las manos experimentan una disminución durante un período promedio de 120 días. Entre los días 20 y 60 tras la floración, se puede observar que la acumulación de materia seca en la cáscara es más notable que en la pulpa; no obstante, este patrón se invierte después de 80 días. En las primeras etapas, el fruto desarrolla su envoltura y, en la cáscara, el

contenido de materia seca y de proteína bruta resulta ser mayor por esta causa (Mestra, 2022).

2.2.7.2.6 Maduración.

Oviedo (2024) menciona que usualmente, al recolectar el racimo, se realiza cuando los frutos aún están verdes y se anticipa que maduren tras la cosecha. En la primera fase de maduración, se observa la formación de un dedo amarillo conocido como guía, ya sea en la primera o segunda mano; en el segundo caso, la piel cambia de color, presentando una tonalidad amarilla de manera uniforme.

2.2.8 Propagación.

La planta de plátano no puede generar semillas viables, lo que significa que su reproducción y continuidad se logran únicamente mediante la propagación vegetativa o asexual. Por ende, las "semillas" empleadas para la siembra son partes de la planta, como brotes y cormos o retoños que, tras ser separados de la planta madre, tienen la capacidad de completar su ciclo de crecimiento y producción (Cedeño, 2025). Este mismo autor añade que es aconsejable que el agricultor elija el material de siembra de plantas madres sanas, que no presenten señales visibles de plagas o enfermedades, y que se lleve a cabo una limpieza y desinfección del mismo. Los retoños seleccionados deben ser del tipo espada, evitando aquellos que son conocidos como orejones o de agua, ya que han perdido su vigor debido a problemas nutricionales o estrés por falta de agua.

2.2.8.1. Propagación tradicional.

Es el método de reproducción más primitivo y utiliza descendientes o brotes. Se distingue por la mínima o inexistente implementación de prácticas agrícolas fundamentales, lo que permite que las plantas crezcan sin restricciones, generando una elevada competencia entre ellas. El material utilizado para la propagación en este método normalmente proviene de la misma siembra, lo que resulta en una baja eficacia, además de presentar el peligro de propagación de plagas y enfermedades (Zambrano, 2022).

2.2.8.1.1 Propagación por división de cormos.

Ticona (2021) menciona puede ser utilizada en cormos que provienen de plantas nuevas o recién recogidas. Para usarla, es fundamental localizar y

reconocer las yemas que están en el cormo, lo que permite que el proceso sea extremadamente efectivo.

2.2.8.1.2 Propagación por división de brotes.

Se utilizan tubérculos que provienen de plantas jóvenes o recién cosechadas. El tubérculo se fragmenta en entre cuatro y ocho secciones (cada sección debe contar con al menos una yema), las cuales se plantan en parterres que deberían generar nuevos brotes. En ese instante, estos brotes se dividen en cuatro partes cada uno, que se manejan y plantan de la misma manera que el tubérculo original. En muchas ocasiones, algunos de estos brotes fraccionados generan múltiples meristemas, que pueden ser separados y sembrados. Mediante este método, es posible obtener más de quinientos retoños a partir de un solo tubérculo en un lapso de ocho meses (López, 2023).

2.2.8.1.3 Propagación por ruptura y eliminación de la yema central.

Involucra la remoción de la punta de crecimiento con el propósito de "interrumpir" la dominancia de la parte superior para fomentar la activación de las yemas laterales y generar un mayor número de descendientes por cormo, tanto en cultivos maduros como en ejemplares jóvenes. La cantidad de descendientes producidos dependerá de diversos factores como la variante del clon, el estado fisiológico de la planta y las condiciones del clima (Tapay, 2023).

2.2.8.1.4 Propagación a través del uso de hijuelos o cormos.

López (2023) expresa que el peso mínimo debe ser de 150 g, y se sugiere quitar la cáscara antes de plantarlas, asegurándose de eliminar solo las raíces y la capa externa de la corteza, para preservar su forma original. El momento adecuado para trasladarlas al terreno se determinará cuando cuenten con cuatro hojas auténticas y midan entre 20 y 25 cm de altura.

2.2.9 Sustratos orgánicos

2.2.9.1. Cascarilla de arroz.

La piel del arroz optimiza la composición física del abono orgánico, facilitando la circulación de aire y la retención de agua al filtrar nutrientes en la tierra. Asimismo, fomenta un incremento en las funciones biológicas, tanto a gran como a pequeña escala, en el suelo y el abono, y estimula a las plantas a formar raíces saludables y equilibradas. Gracias a su elevado contenido de sílice, los cultivos logran una mejor resistencia frente a insectos y enfermedades (Gallardo, 2024).

2.2.9.2. Fibra de coco.

Miranda (2024) menciona que los árboles de coco (*Cocos nucifera* L.) se desarrollan de manera natural en áreas con alta alcalinidad y agua salina. Esto lleva a que las conchas de coco contengan gran cantidad de sales. Antes de poder utilizarse en la agricultura de hortalizas, es necesario un tratamiento para remover las sales acumuladas y disminuir la conductividad eléctrica (CE) y el pH. Este tratamiento implica un lavado con agua dulce o una solución tamponada de nitrato de calcio para extraer las sales. Luego, las cáscaras de coco son trituradas y separadas en diferentes tamaños de partículas, eligiendo las fibras más pequeñas para su utilización en la horticultura.

Buechel (2021) también indica que la fibra de coco posee diversas características que la convierten en una excelente opción para combinar con turba:

1. Posee una gran habilidad para captar y conservar la humedad.
2. Carece de una capa cerosa que impida la absorción de agua, lo que elimina la necesidad de un humectante.
3. Al secarse, el sustrato de fibra de coco permanece adherido a los bordes del recipiente, evitando el escurrimiento del agua durante el riego.
4. Su alta proporción de lignina respecto a celulosa la hace más duradera ante la descomposición física durante su manipulación y procesamiento.
5. Proporciona una excelente capacidad para retener tanto aire como agua dentro del contenedor.
6. Presenta un pH que varía de ligeramente ácido a neutro (6,0 a 6,8), en contraste con el pH más ácido del musgo esfagno (3,5 a 4,8).

2.2.9.3. Sustrato a base de pseudotallo.

El pseudotallo constituye la mayor parte de los residuos producidos en el cultivo de bananos y este material se destina exclusivamente a ser utilizado como abono, dado que no se han encontrado usos en la industria y se define como un tipo de madera blanda, compuesta principalmente de celulosa, hemicelulosa, lignina y almidón. Los residuos derivados de la recolección de plátano (*Musa AAB*) están formados en su mayoría por hojas, pseudotallos y restos de frutas; las hojas y los pseudotallos contienen cantidades significativas de lignocelulosa, mientras que los desechos de las frutas son ricos en oligoelementos. Estas propiedades convierten los desperdicios en sustratos

ideales para ciertos tipos de hongos, especialmente los basidiomicetos de pudrición blanca, que producen enzimas ligninolíticas capaces de descomponer la lignina por completo (Caldas, 2022).

La humedad en el pseudotallo de los plátanos frescos se sitúa alrededor del 96 %. Un plátano maduro presenta entre un 70 y un 75 % de humedad, un 1 % de proteínas, entre 0,3 y 0,5 % de grasas, de un 20 a un 30 % de carbohidratos, 0,5 % de fibra cruda, 3,5 % de fibra soluble y un 1 % de cenizas. De la pulpa del plátano se puede obtener almidón con una pureza del 93 %, considerando la base húmeda. Además, los plátanos contienen una buena cantidad de minerales, destacándose especialmente el potasio, el magnesio y el hierro; en cuanto al potasio, son notablemente superiores a muchos otros frutos, siendo solo superados en este aspecto por los aguacates y los dátiles (Mesías, 2023).

2.2.9.4. Turba.

Taparia (2021) expresa que la turba es uno de los materiales más empleados globalmente gracias a sus notables propiedades fisicoquímicas como su notable habilidad para retener agua, su buena capacidad de permitir el paso de aire y su escaso nivel de sales y pH. No obstante, en tiempos recientes se han formulado dudas desde perspectivas ambientales y económicas sobre el empleo de la turba, dado que es un recurso no renovable que se recoge de zonas húmedas que ofrecen valiosos servicios ecosistémicos.

2.2.9.5. Arena fina del río.

Este elemento facilita las condiciones requeridas para un crecimiento radicular adecuado, aunque es necesario limpiarlo y tamizarlo antes de su utilización. Este tipo de material actúa como un agregado con escaso aporte de nutrientes y limitada habilidad para conservar la humedad, además de ser inerte tanto químicamente como biológicamente. Se sugiere que las partículas tengan un tamaño entre 0,5 y 2 mm de diámetro, dado que partículas menores pueden aumentar la compactación (Leiva, 2024).

2.3 Marco legal

Constitución Del Ecuador (2008)

Capítulo Segundo

Derechos Del Buen Vivir

Sección Segunda

Ambiente Sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados (p.13).

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional (p.13).

Capítulo Segundo

Biodiversidad Y Recursos Naturales

Sección Primera Naturaleza Y Ambiente

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza (p.119).

Sección Quinta

Suelo

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en

particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona (p.123).

Art. 410.- El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo

para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria (p.123).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que se recolectó datos de los tratamientos aplicados durante el tiempo establecido para el cumplimiento de los objetivos, donde se evaluó el desarrollo de las plantas de banano con diferentes sustratos en etapa de vivero.

La investigación tuvo un enfoque descriptivo, pues se evaluaron las distintas variables presentadas, se analizó cada una de ellas y se explicó los resultados detallando los beneficios de cada uno de los sustratos usados dentro de la investigación para una mejor comprensión del tema de estudio.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño de la investigación fue experimental con un enfoque cuantitativo donde se llevó a cabo el estudio de los sustratos en relación al comportamiento de las plantas de banano en vivero, los que son expuestos en los resultados del estudio.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente.

Tabla 1.

Matriz de operacionalización de variable independiente

Variable independiente			
Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Sustratos orgánicos	Cuantitativo	Razón	Se probó la eficacia de los sustratos

Elaborado por: Mancheno, 2025

3.2.1.2. Variable dependiente.

Tabla 2.
Matriz de operacionalización de variables

Variable dependiente			
Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Porcentaje de prendimiento	Cuantitativo	Razón	Porciento del prendimiento de las plántulas de banano
Altura de planta	Cuantitativo	Razón	Valor en cuanto crecimiento de la planta
Numero de hojas	Cuantitativo	Razón	Cantidad de hojas presentes
Diámetro de pseudotallo	Cuantitativo	Razón	Medida de diámetro del pseudotallo
Peso de la raíz	Cuantitativo	Razón	Peso de las raíces desarrolladas
Relación de costo – beneficio	Cuantitativo	Razón	Valor en cuanto los costos y beneficios

Elaborado por: Mancheno, 2025

Tipo de sustrato orgánico: Se realizó 4 sustratos con distintas composiciones para evaluar la efectividad de cada uno en el desarrollo de las plántulas de banano.

Porcentaje de prendimiento: Dentro de esta variable se evaluó el porcentaje de prendimiento de las plántulas de banano de cada uno de los tratamientos.

Altura de planta: De evaluó el crecimiento de la planta durante el tiempo de estudio bajo los distintos sustratos.

Numero de hojas: Se realizó el conteo de las hojas de cada plántula de banano, evaluando el efecto de cada sustrato, esto permitió conocer su efectividad.

Diámetro de pseudotallo: Esta variable nos permitió conocer que tratamiento es más efectivo en cuanto su diámetro para su trasplante.

Peso de la raíz: Esta variable nos permitió conocer si los tratamientos permiten el desarrollo adecuado de las raíces, estas son una parte fundamental para un desarrollo adecuado de la planta al momento de su trasplante.

Relación de costo – beneficio: esta variable nos permitió conocer los costos de inversión y un presupuesto en cuanto a los tratamientos.

3.2.2 Tratamientos

La tabla 3 presenta la descripción de los sustratos empelados en los diferentes tratamientos de la investigación. Se evaluaron cuatro tratamientos: T1 conformado por tamo de arroz (70 %) y arena (30 %); T2 con turba al 100 %; T3 compuesto de fibra de coco (80 %) y arena (20 %); y T4 elaborado a base de compost de pseudotallo (80 %) y arena (20 %). Cada tratamiento conto con cinco repeticiones, alcanzando un total de 25 unidades experimentales por tratamiento y 100 en conjunto.

Tabla 3.
Descripción de los sustratos

Tratamiento	Descripción	Repeticiones	Total
1	Tamo de arroz (70%) +arena (30%)	5	25
2	Turba (100%)	5	25
3	Fibra de coco (80%) +arena (20%)	5	25
4	Compost de pseudotallo (80%) +arena (20%)	5	25
total			100

Elaborado por: Mancheno, 2025

A todos los tratamientos se les realizo las mismas labores culturales en general, con el fin de garantizar la uniformidad en el manejo y evitar que factores externos distintos al tipo de sustratos influyeran en los resultados del experimento.

3.2.3 *Diseño experimental*

El ensayo se desarrolló bajo un diseño completamente aleatorio (DCA), con cinco repeticiones por tratamiento, en una unidad experimental de 25 plantas por 4 tratamientos. Esta técnica estadística permitió comparar los efectos de cada sustrato en las variables de estudio de forma eficiente y controlada, asegurando la validez de los resultados. El detalle de la delimitación del experimento se muestra en la tabla 4. En el anexo 1 se puede observar el croquis del ensayo.

Tabla 4.
Delimitación del experimento

Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	5
Número de unidades experimentales	25
Ancho de parcela	1,50 m
Longitud de parcela	4,30 m
Distancia entre hileras	0,3 m
Área total de unidad experimental	6,75 m ²

Elaborado por: Mancheno, 2025

3.2.4 *Recolección de datos*

3.2.4.1 **Recursos.**

Los recursos utilizados en este trabajo experimental fueron libretas, computadoras, cinta métrica, lapicero, balanza y calibrador. Los datos serán recolectados a los 15, 30 y 45 días después de la siembra de las plántulas en funda.

3.2.4.2 **Métodos.**

Método inductivo: este método nos permitió obtener las conclusiones en base a las observaciones en cuanto a los resultados obtenidos.

Método deductivo: este método nos permitió observar los resultados en relación a los objetivos y la hipótesis planteada.

Método experimental: este método nos ayudó a indicar las causas y efectos en cuanto cada una variable presentada en el proyecto.

3.2.4.3 **Técnicas.**

Porcentaje de prendimiento (%): Dentro de esta variable se evaluó el porcentaje de prendimiento de la plántula de banano de los 4 tratamientos, esta variable se la midió a los 15 días después del trasplante.

Altura de planta (cm): El crecimiento de la planta se midió por medio de una cinta métrica, se tomará una muestra de todas las unidades experimentales a los 15, 30, 45 días después del trasplante.

Número de hojas: Se realizó el conteo de las hojas de cada plántula de banano a los 15, 30 y 45 días.

Diámetro de pseudotallo (mm): La medición se realizó con un calibrador a los 15, 30 y 45 días.

Peso de la raíz (g): Para el peso de la raíz uso una balanza digital y se tomara de las unidades experimentales una muestra de manera aleatoria para su peso.

Relación de costo – beneficio: Para el costo se tomó en cuenta todos los gastos de producción en los tratamientos y se estableció cuál de ellos presenta mejor rendimiento para ventas, para ello se utilizó la siguiente formula de relación costo beneficio.

$$RCB = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos Totales}}$$

Además de, se realizó una conversión de los resultados a la representación de 1000 plantas por tratamiento, con el fin de obtener un análisis más representativo y comparable de los costos y beneficios entre las diferentes alternativas evaluadas.

3.2.5 Análisis estadístico

La información se evaluó a través de un análisis de varianza (ANOVA), luego se aplicó la prueba de Tukey para comparar las medias entre los diferentes tratamientos. Todas las evaluaciones se llevaron a cabo con un 5 % de probabilidad de error tipo I. El diseño del ANOVA se encuentra especificado en la tabla 5.

Tabla 5.
Esquema de análisis de varianza del experimento

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total (tr-1)	19
Tratamientos (t-1)	3
Error experimental [t(r-1)]	16

Elaborado por: Mancheno, 2025

4. RESULTADOS

4.1 Indicadores de crecimiento como altura, número de hojas, diámetro de pseudotallo y desarrollo radicular los sustratos indicados

4.1.1 Altura de planta

Los datos en cuanto a la altura de la planta en los periodos de 15, 30 y 45 días se detallan en la siguiente tabla 6.

Tabla 6.

Datos de altura de la planta (cm).

Tratamiento	Descripción	Altura de la planta 15 días	Altura de la planta 30 días	Altura de la planta 45 días
T1	Tamo de arroz	3,65 a	5,80 b	8,60 b
T2	Turba	4,79 a	9,47 a	12,22 a
T3	Fibra de coco	4,60 a	9,85 a	13,47 a
T4	Compost de pseudotallo	4,59 a	8,80 a	12,85 a
CV		18,58 %	15,70 %	13,08 %

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p>0.05$).

Datos de altura días después de la aplicación del tratamiento.

Mancheno, 2026

Como se muestra en la tabla 6, en cuanto a la altura de la planta podemos observar que durante los primeros 15 días no se detectó diferencias significativas, no obstante, el tratamiento 2 (turba), fue el que obtuvo mayor desarrollo con una altura de 4,79 cm y en menor crecimiento se encuentra el T1 (tamo de arroz) con 3,65 cm, el análisis de coeficiente de variación fue de 18,58 %. En los 30 días si se obtuvieron diferencias significativas, siendo el T3 (fibra de coco) el tratamiento con mayor desarrollo con 9,85 cm y el T1 con 5,80 cm fue el de menor desarrollo, su coeficiente de variación fue de 15,70 %. De manera similar a los 45 días también se observó diferencias significativas, en donde el T3 fue el tratamiento más eficiente con una altura de 13,47 cm y el T1 fue el tratamiento inferior al resto, este análisis tuvo un coeficiente de variación de 13,08 %.

4.1.2 Numero de hojas

La cantidad de hojas que se desarrollaron durante el tiempo de estudio en la planta se muestra en la tabla 7.

Tabla 7.
Cantidad de hojas por plántula

Tratamiento	Descripción	Numero de hojas 15 días	Numero de hojas 30 días	Numero de hojas 45 días
T1	Tamo de arroz	2,75 a	4,04 b	5,71 b
T2	Turba	2,96 a	5,08 a	6,24 a
T3	Fibra de coco	2,98 a	5,36 a	6,25 a
T4	Compost de pseudotallo	3,08 a	5,16 a	6,08 ab
CV		14,31 %	10,16 %	4,17 %

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p>0.05$).
Mancheno, 2026

A los 15 días de iniciado el ensayo, los tratamientos no presentaron diferencias significativas ($p>0.05$). Esto se puede observar en la tabla 7, en la cual se establece un mismo grupo para todas las medias (a), observándose que todos los tratamientos hasta ese lapso presentaron prácticamente tres hojas. En este caso, los datos presentaron consistencia estadística, según el coeficiente de variación obtenido (14,31 %). En los 30 días se evidencio un incremento significativo. Como se observa en los resultados el T3 (fibra de coco) con una media de 5,36 hojas funcionales, y el T1 (tamo de arroz) con 4,04 hojas funcionales, los datos mostraron una alta precisión experimental reflejada en el coeficiente de variación de 10,16 %. Dentro de los 45 días final del ensayo en cuanto hojas funcionales el tratamiento 3(fibra de coco) con una media 6,25 resulto el mejor tratamiento el coeficiente variación de 4,17 % confirma la consistencia y fiabilidad de los datos.

4.1.3 Diámetro de pseudotallo

En los intervalos de tiempo se tomó los datos en cuanto a desarrollo de pseudotallo de la planta los cuales se encuentran en la tabla 8.

Tabla 8.***Diámetro de pseudotallo de las plantas de banano (mm)***

Tratamiento	Descripción	Desarrollo pseudotallo 15 días	Desarrollo pseudotallo 30 días	Desarrollo pseudotallo 45 días
T1	Tamo de arroz	10,26 a	14,51 b	18,49 b
T2	Turba	12,12 a	18,79 a	23,07 a
T3	Fibra de coco	12,99 a	19,01 a	22,94 a
T4	Compost de pseudotallo	13,16 a	18,43 a	22,51 a
CV		13,60 %	12,12 %	8,84 %

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p>0.05$).
Mancheno, 2026

Como podemos apreciar en la tabla 8, los tratamientos en cuanto a desarrollo radicular muestran que dentro de los primeros 15 días el T4 (compost de pseudotallo) fue el tratamiento con más desarrollo con un valor de 13,16 mm, para el resto de los tratamientos las diferencias no fueron significativas y en cuanto al análisis de coeficiente de variación fue de 13,60 %. A los 30 días el T3 (fibra de coco) es el tratamiento con más desarrollo con el valor de 19,09 mm claramente el aumento fue significativo a diferencia de los primeros 15 días, el coeficiente de variación muestra la consistencia estadística adecuada de 12,12 %. En 45 días se puede notar la variación entre los tratamientos el desarrollo de las raíces, el T2 (Turba) fue el tratamiento con mayor diámetro con un valor de 23,07 mm al final del ensayo, con un coeficiente de variación de 8,84% se establece la homogeneidad de los resultados.

4.1.4 Desarrollo radicular

Una vez terminado el periodo de investigación se tomó los datos en cuanto a peso de la raíz, los cuales se encuentran en la tabla 9.

Tabla 9.
Peso de la raíz de las plantas (g)

Tratamiento	Descripción	Peso de raíz
T1	Tamo de arroz	14,75 a
T2	Turba	23,10 a
T3	Fibra de coco	20,64 ab
T4	Compost de pseudotallo	18,84 b
CV		13,67 %

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p>0.05$).
Mancheno, 2026

Como se puede observar en la tabla 9, se describe el peso de raíz obtenido de cada tratamiento donde ubicados de mayor a menor peso tenemos T2 (turba) con 23,10 g, T3 (fibra de coco) con 20,64 g, T4 (compost de pseudotallo) y T1 (tamo de arroz), como se puede apreciar el tratamiento con mayor peso fue el T2 sin embargo la diferencia es significativa en cada tratamiento, el coeficiente de variación para este análisis fue de 13,67 %, indicando una precisión experimental del ensayo.

4.2 Supervivencia de las plántulas durante el tiempo de estudio a través del prendimiento del cormo

4.2.1 Porcentaje de prendimiento

Luego del periodo de estudio se precedió a evaluar el porcentaje de prendimiento de las plantas las cuales se detallan en la tabla 10.

Tabla 10.
Porcentaje de prendimiento de la planta

Tratamiento	Descripción	Porcentaje de prendimiento 15 días	Porcentaje de prendimiento 30 días	Porcentaje de prendimiento 45 días
T1	Tamo de arroz	96 a	88 a	88 a
T2	Turba	100 a	88 a	88 a
T3	Fibra de coco	96 a	92 a	92 a
T4	Compost de pseudotallo	100 a	100 a	100 a
CV		6,45 %	12,12 %	8,84 %

Medias con letras iguales no difieren significativamente ($p>0.05$).
Mancheno, 2026

Como podemos observar en la tabla 10, en los porcentajes de los primeros 15 días de los tratamientos no obtuvieron una diferencia significativa al inicio del ensayo el coeficiente de variación fue de 6,45 % confirmando la fiabilidad del experimento. A los 30 días el T4 como el tratamiento presento mejor porcentaje de prendimiento con un 100%, asociado a un coeficiente de variación de 12,12 %. En los 45 días los valores de los tratamientos se mantuvieron con los porcentajes de prendimiento de la toma de muestra a los 30 días, el coeficiente de variación fue de 8,84 % este valor ratifica la fiabilidad de los datos recolectados.

4.3 Mezcla de sustrato orgánico más eficiente en términos de crecimiento y costo-beneficio para la propagación de plantas de banano en vivero

Una vez terminado de proceso de investigación se procedió a realizar el cálculo costo- beneficio para cada uno de los tratamientos, los cuales se encuentran en la tabla 11.

Tabla 11.

Datos de costo beneficio de cada tratamiento experimental.

Descripción	Tratamiento 1 Tamo de arroz	Tratamiento 2 Turba	Tratamiento 3 Fibra de coco	Tratamiento 4 compots de pseudotallo
Tamo de arroz	\$ 0,02	\$ 0,10	\$ 0,45	\$ -
Funda	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01
Semilla	\$ 0,05	\$ 0,05	\$ 0,05	\$ 0,05
Arena	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01
Fertilización	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01	\$ 0,01
Fumigación	\$ 0,03	\$ 0,03	\$ 0,03	\$ 0,03
Riego	\$ 0,05	\$ 0,05	\$ 0,05	\$ 0,05
Jornales	\$ 0,05	\$ 0,05	\$ 0,05	\$ 0,05
Costo x planta	\$ 0,23	\$ 0,31	\$ 0,66	\$ 0,21
Costo De Las Plantas Del Experimento	\$ 4,60	\$ 6,40	\$11,20	\$ 4,20
Conversión A 1000 Plantas	\$ 230,00	\$ 310,00	\$ 560,00	\$ 210,00

Costo beneficio de los 4 tratamientos utilizados en la investigación.
Mancheno, 2026

Como podemos observar dentro de la tabla 11 se encuentra de forma detallada los valores del material en costo final por unidad y a gran escala, el costo de

inversión por unidades experimentales fueron las siguientes T1 (tamo de arroz) \$ 4,60, T2 (turba) \$6,40, T3 (fibra de coco) \$11,20 y T4 (compost de pseudotallo) \$4,20. Estos costos a gran escala como se puede observar tiene un valor considerable para el T3 a base de fibra de coco con un valor de \$560 en mil plantas, por otro lado el T4 a base del compost de pseudotallo con un valor de \$210 en mil plantas es el tratamiento con más beneficios en cuanto a los costos.

Tabla 12.
Análisis costo beneficio

Tratamiento	Costo por planta	Ingreso por planta	Ganancia neta	Relación B/C	Inversión (1000 plantas)	Ganancia
T1 Tamo de arroz	\$0,23	\$1	\$0,77	4,25	\$ 230,00	\$770.00
T2 Turba	\$0,31	\$1	\$0,69	3,22	\$ 310,00	\$690.00
T3 Fibra de coco	\$0,66	\$1	\$0,44	1,78	\$ 660,00	\$340,00
T4 Compost de pseudotallo	\$0,21	\$1	\$0,79	4,76	\$ 210,00	\$790.00

Valores en cuanto a costo- beneficio de los tratamientos.
Mancheno, 2026

Como podemos apreciar en la tabla 12, el tratamiento 4 es el tratamiento económicamente más eficiente, ya que por cada dólar invertido este tiene una relación B/C de 4,76 es decir un margen de utilidad de 80 %, a diferencia del tratamiento 3, el cual es el menos rentable debido a su alto costo de producción, aunque sea rentable la ganancia por parte del tratamiento son menos de la mitad a diferencia del resto de los tratamientos.

5. DISCUSIÓN

En este estudio se obtuvo como resultado que el tratamiento 4 a base de compost de pseudotallo, fue el tratamiento con mejor costo y rendimiento, evaluando el desarrollo de la planta durante los 45 días de estudio, al igual que Martínez (2022), quien evaluó su tratamiento por 45 días, teniendo las variables número de hojas, la altura de plántula al igual que en el proyecto, ya que son características indicativas de la plántulas de banano en base al efecto de los distintos tratamientos, donde en ambos estudios el tratamiento a base cascarilla de arroz fue el tratamiento con menor desarrollo y eficiencia, para Martínez el desarrollo en cuanto altura fue de 0,75 cm y para esta investigación se obtuvo una altura de 8,60 cm, esto debido a que aunque la cascarilla de arroz puede mejorar la aireación y drenaje, esto depende de la descomposición y la retención hídrica.

Por otro lado, Batista (2024) resalta la efectividad del tratamiento a base de turba, ya que dentro de la investigación este tratamiento tuvo buena efectividad con valores de desarrollo de hojas 2,71, altura 3,22 cm, peso de raíces 2,91 kg y número de raíces 2,68. En comparación a los datos obtenidos en este proyecto donde fueron: hojas 6,24, altura 12,22 cm, peso de raíces 23,3 kg nos podemos dar cuenta del buen desarrollo que este tratamiento brinda. La turba permite la retención de agua y ayuda con la aireación de las raíces y crecimiento de la planta, sin embargo no es tratamiento muy rentable ya que aparte de limitado es de alto costo, su extracción se asocia con ecosistemas de lenta regeneración; por eso deben valorar alternativas orgánicas locales como fibra de coco o compost de pseudotallo.

El tratamiento con menos efectividad fue el de tratamiento a base de cascarilla de arroz a diferencia del estudio de Flores y Lalangui (2022), mencionan que el tratamiento a base de cascarilla de arroz fue el tratamiento con más beneficios para su estudio con una altura de 35,22 cm a diferencia de esta investigación donde tuvo una altura de 8,60 cm, se puede concluir que las proporciones de arena y cascarilla de arroz pueden influir en el desarrollo de las plántulas, como el caso de Ñaupá (2024), este autor en su investigación utilizó dos opciones tierra agrícola y arena además de complementar con abono orgánico como la gallinaza y cascarilla de arroz en un 20 %, sin embargo menciona que se halló una diferencia significativa

en los parámetros evaluados con una altura de 34,87 y 21,03 en 20 días, en este proyecto se utilizó la cascarilla de arroz en un 70 % en 45 días y los resultados fueron inferiores a los del autor antes mencionado con 8,60 cm.

En los resultados de los tratamientos se puede evidenciar, que los distintos sustratos beneficiaron en el desarrollo de las plántulas, sin embargo no todos los tratamientos rentables económicamente, como lo menciona Castro (2023), quien realizó un análisis de tres tipos de sustratos orgánicos en contraste con el uso de fertilizantes químicos, y menciona que las similitud en cuanto a desarrollo de las variables. Ñaupá (2024), por otro lado, expresa que en los tratamientos a base de cascarilla de arroz presentaba pérdidas económicamente aunque las plantas presentarán un buen desarrollo a diferencia del autor el tratamiento 4 a base de pseudotallo presentó una buena rentabilidad económica de 4,76.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los tratamientos que presentaron evidentemente el desarrollo de los indicadores de altura, número de hojas, y desarrollo radicular, fueron los tratamientos de turba, fibra de coco y compost de pseudotallo con una diferencia valores mínimo, el tratamiento a base de cascarilla de arroz tuvo menor desarrollo en cada una de las variables, por lo que se lo considera uno de los tratamientos menos eficiente dentro de la investigación.

Con base a los análisis realizados los tratamientos con mejor prendimiento fue el tratamiento 4 (compost de pseudotallo), mantuvo un 100 % durante todas las etapas de evaluación, no presento pérdidas durante los 45 días de estudio, el tratamiento 3 a base de fibra de coco, también presentó un buen rendimiento con 92 %, por otro lado, los tratamientos 1 y 2 tuvieron pérdidas considerables obteniendo un prendimiento de 88%.

El sustrato más eficiente en cuanto a beneficio- costo es el tratamiento 4 a base de compost de pseudotallo, aunque todos los tratamientos tuvieron buen desarrollo el T4, fue el tratamiento económicamente rentable, con 4,76 por cada dólar invertido, el tratamiento menos rentable es el tratamiento 3, con 1,78.

6.2 Recomendaciones

Es recomendable que se estudien los sustratos en distintas proporciones para evaluar de mejor manera la efectividad de los compuestos orgánicos, y poder establecer tablas de los compuestos como guías en base a los beneficios del agricultor, para facilitar las decisiones para la optimizando el rendimiento del cultivo.

Considerando la efectividad del tratamiento a base de fibra de coco y compost de pseudotallo, recomienda realizar ensayos combinando estos dos sustratos, al evaluar esta mezcla se puede tener en cuenta una mejor relación beneficio costo, además de obtener más información en cuanto a sustratos.

Es recomendable compartir este tipo de investigación con agricultores, impartir conocimientos técnicos sobre las ventajas de los sustratos en especial de compost de pseudotallo, este conocimiento permitirá que los productores adopten prácticas más eficientes a quienes buscar tener mejores beneficios y rentabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, M. (2025) *Análisis de la microbiota de la rizosfera en sistemas de cultivo de banano mediante la aplicación de metagenómica, guayas* [Tesis de grado, Universidad Agraria Del Ecuador, Guayaquil, Ecuador]. <https://n9.cl/m8yaxe>
- Ajila, L. (2021) *Evaluación de tres tipos de sustratos en la propagación de musáceas (Musa spp) clon Williams en vivero*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala]. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16537>
- Arboleda, D. (2019) *Intervención morfológica de la hoja de banano*. [Tesis de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/4968>
- Armas, J. (2021) *Acompañamiento en el manejo agronomico y la ejecucion de labores culturales del cultivo de banano (Musa aaa simmonds) del grupo empresarial banaexport* [Tesis de grado, Universidad de Cordoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/54c44e64-11c9-41ef-8c95-cc4c9c99aa83/content>
- Arzube, M., Ramirez, A. Quimi, C. (2022) Efecto del distanciamiento de siembra en la productividad del banano (*Musa acuminata*) Santa Elena- Ecuador. *Revista ciencia Arbitrada Multidisciplinaria PANTECIENCIAS*. 4(5) 227-238. <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/298>
- Batista, B. (2024) *Evaluación de la respuesta diferencial a la aclimatación de vitroplantas de ñampi (Dioscorea trifida L.), plátano (Musa balbisiana) y banano (Musa acuminata) con la utilización de tres tipos de sustratos*. [Tesis de grado, Universidad de Panamá]. <http://up-rid.up.ac.pa/id/eprint/7047>
- Buechel, T. (2021) *Fibra de coco: un componente de los medios de cultivo*. [Archivo PDF] <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/fibra-de-coco-uncomponente-de-los-medios-de-cultivo/>
- Caldas, L. (2022) *Evaluación del uso del pseudotallo de plátano con almidón de maíz termoplástico para la elaboración de platos biodegradables* [Tesis de titulación, universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60193>

- Caravedo, B. (2024) *Efecto de la influencia del cambio climático en el cultivo de Banano en el Ecuador*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16157>
- Castro, M. (2023) *Evaluación de labores culturales en cultivo de banano (Musa AAA Simmonds) variedades Valery y Williams en la empresa Hacienda Santa Cruz de Papare S.A.S., Finca Santa Helena*, [Tesis de grado, Universidad del Magdalena]. <https://n9.cl/5eur0>
- Castro, R. (2023) *Crecimiento de plantas de cacao en etapa de vivero por efecto de sustratos orgánicos* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/4714/1/TNF01C355c.pdf>
- Cedeño, E. (2025) *Evaluación de diferentes ambientes de cámara térmicas para optimizar el desarrollo morfología y propagacion de hijuelos de platano (Musa AAB Simmnonds)* [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <https://n9.cl/hy1kq>
- Constitución de la República Del Ecuador (2008) Capítulo Segundo, Derechos Del Buen Vivir, Sección Segunda, Ambiente Sano. <https://n9.cl/098bk>
- Cornejo, L. (2020). *Manual técnico inia. Chile* [Archivo PDF], <https://www.inia.cl/subdireccion-nacional/>
- Custodio, E. (2021) *Evaluación fenológica, productiva y de sigatoka negra (mycosphaerella fijiensis morelet) en seis variedades de banano (Musa spp.) en tulumayo - tingo maría* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria De La Selva]. <https://n9.cl/lv8lv>
- Flecher, M. (2025) *Aplicación de biofertilizantes en el cultivo de banano (Musa AAA), Simon Bolívar-Guayas* [Tesis de grado, Universidad Agraria Del Ecuador, Guayaquil, Ecuador]. <https://n9.cl/9n5c4k>
- Flores R., Lalangui E., (2022) *Evaluación del desarrollo vegetativo de plántulas de banano (Musa spp.) var. williams con propagación a partir de yemas adventicias utilizando dos sustratos y dos biorreguladores de crecimiento*.

- [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná].
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8565>
- Franco, I. (2022) *Metodología de análisis de suelo utilizadas para mejorar la producción del cultivo de banano de exportación (Musa sapientum)* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo].
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/11439>
- Gallardo, C. S., Barrera, M. C., Valenzuela, O., y Jauregui, M. (2024). Relevamiento y evaluación de residuos agro-industriales de Entre Ríos con potencial para la formulación de sustratos de cultivo. *Ciencia, Docencia Y Tecnología Suplemento*, 14(17). <https://n9.cl/pgh33w>
- García, H. (2020). Efecto de sustratos y fuentes orgánicas en la propagación de *Musa spp.* *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* [Archivo PDF]
<https://www.redalyc.org/journal/437/43768194008/>
- Gomez, A. (2022) Flor de banana el estruendo silenciado detrás de la fruta: una reflexión obligada en el año del bicentenario. *Synergía*, 1(1), 4–12.
<https://revistas.up.ac.pa/index.php/synergia/article/view/2893>
- Guato, A. (2022) *Establecimiento de parámetros nutricionales con la técnica de extracto celular de peciolo (ECP) bajo influencia de fertilizantes en el cultivo de banano* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]
<https://repositorio.uteq.edu.ec/items/44c1fcb4-e9f9-400a-b1f4-ed92e49facf3>
- Hernández, C. (2023) *Evaluación de crecimiento y desarrollo de plantas de banano (Musa AAA Simmonds) bajo la aplicación de biofertilizantes, en finca la Sierra de apartado, Antioquia* [Tesis de grado, Universidad de Córdoba, Colombia].
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/7442>
- Herrera, A. (2021) *Control de la pudrición de corona de la fruta de banano a diferentes dosis de extracto etanólico de canela* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala -Ecuador]. <https://n9.cl/fhanx>

- Jiménez, L. (2022) *Supervisión de labores culturales del cultivo de banano (MUSA AAA) en la finca Caballos 2*, [Tesis de grado, Universidad del Magdalena]. <https://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/7960>
- Juris, A. (2021) *Seguimiento de labores culturales en etapas de vivero y establecimiento del cultivo de banano (Musa aaa) en la región de Urabá* [Tesis de grado, Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/d014666a-3265-49fd-b18c-a29f1fdeeb55/content>
- Leiva, M. (2024). *Efecto de tres tipos de sustratos en el crecimiento en vivero de plántulas de Guadua angustifolia obtenidas in vitro* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/7025>
- León, M. (2024) *Análisis de daño del gusano cesto (Oiketicus kirbyi Lands) en el cultivo de banano (MUSA AAA) en el Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16000>
- López, J. (2023) Efectos de bencilaminopurina y tipo de brotes en la producción y calidad de plántulas de plátano vía macropropagación, *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias* 5(15). 386 – 399. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.124>
- Lozano, J. (2023) *Seguimiento y evaluación del desarrollo en etapa vegetativa según el tipo de desmache en el cultivo de banano (Mussa aaa simmonds) en la finca chinita, apartadó, Antioquia* [Tesis de grado, Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/a288f975-612a-43a2-9d1c-57cf88103861/content>
- Martínez, G. (2022) Efecto de sustratos y fuentes orgánicas en la propagación de banano y plátano, *Agronomía Mesoamericana*, 32(3) 808-822. doi:10.15517/am.v32i3.42490
- Mendoza, C. (2023) *Efecto de la aplicación de dos fertilizantes edáficos y tres fertilizantes foliares sobre la producción y rentabilidad del cultivo de banano*

- (*Musa AAA.*) en el cantón Baba [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38797>
- Mesias, J. (2023) *Biopolímero a base del pseudotallo del plátano usado en empaques biodegradables* [Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4651>
- Mestra, M. (2022) *Monitoreo y control del picudo negro cosmopolites sordidus germar, 1824 (coleóptera, curculionidae) en cultivo de banano (Musa aaa) variedad cavendish en carepa, Antioquia* [Tesis de grado, Universidad de Córdoba]. <https://n9.cl/43661>
- Miranda, J. (2024) *Efecto de sustratos y la alimentación en el crecimiento de plantas carnívoras Drosera capensis (Droseraceae) y Pinguicula tina (Lentibulariaceae)* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal De Huamanga. ayacucho – Perú]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7332>
- Morocho, F. (2025) Determinación de los agentes causantes de la flor dura en los frutos de banano, Revista científica academia multidisciplinaria 10(2), 1083-1096. <https://doi.org/10.23857/pc.v10i2.8932>
- Ñaupá, W. (2024) *Influencia de tipos de sustrato en el crecimiento y desarrollo de plantones de Musa paradisiaca L. Pichari, Cusco* [Tesis de grado, Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga]. <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7771>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015) Producción orgánica de banano: Buenas prácticas en Perú. [Archivo PDF] <https://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/organic-production-peru/es>
- Oviedo, C. (2024) *Acompañamiento en el diagnóstico poblacional, amarre y renovación del cultivo de banano (Musa aaa simmonds) en los lotes de banaexport (uraba – Antioquia* [Tesis de grado, Universidad de Córdoba].

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/860fa8c6-db67-4866-9a37-28bcb8675e3a/content>

- Prado, M. (2024) *Efecto de intervalo de riego con fertirriego y fertilización edáfica en cultivo de banano* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Machala]. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/22726>
- Ramírez, D. (2024) *Efecto de distintos niveles de fertilización mineral en el comportamiento agronómico de cuatro variedades de banano (Musa paradisiaca) en la parroquia Guasaganda* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://n9.cl/8sfxq>
- Sánchez, D., Moreno, F., y Rodríguez, A. (2021). Influencia de sustratos orgánicos en el desarrollo de plántulas de (*Musa spp.*) en vivero. *Agronomía Mesoamericana*, 32 (2) 808-822, <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.42490>
- Taparia, T. (2021) Alternativas circulares a la turba en los medios de cultivo: una perspectiva del microbioma. *Revista de Producción Más Limpia*, 327(10) ,129-375. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129375>
- Tapay I., Quiala E., Orellana E., Peñafiel R., Velez P., Osorio B., Zambrano C., Ruiz N., Romero N (2023) *Estandarización de una metodología de propagación de plantas vía yemas adventicias de banano cv Williams (Musa spp.)* [Archivo PDF]. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6209>
- Ticona, C. y Choque, E. (2021). Efecto del lixiviado del lombricompost en hijuelos de banano (*Mussa spp*) en condiciones de vivero. *Apthapi*, 7(2), 2152–2157. <https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/99>
- Tomalá, F. (2023) *Importancia de la materia orgánica M.O. en plantaciones comerciales de banano en Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14896>
- Torres, J. (2019) *Sistemas de siembra utilizado en el cultivo de banano (Musa paradisiaca), en la hacienda la Gema del cantón Baba* [Tesis de grado,

Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador].
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6025>

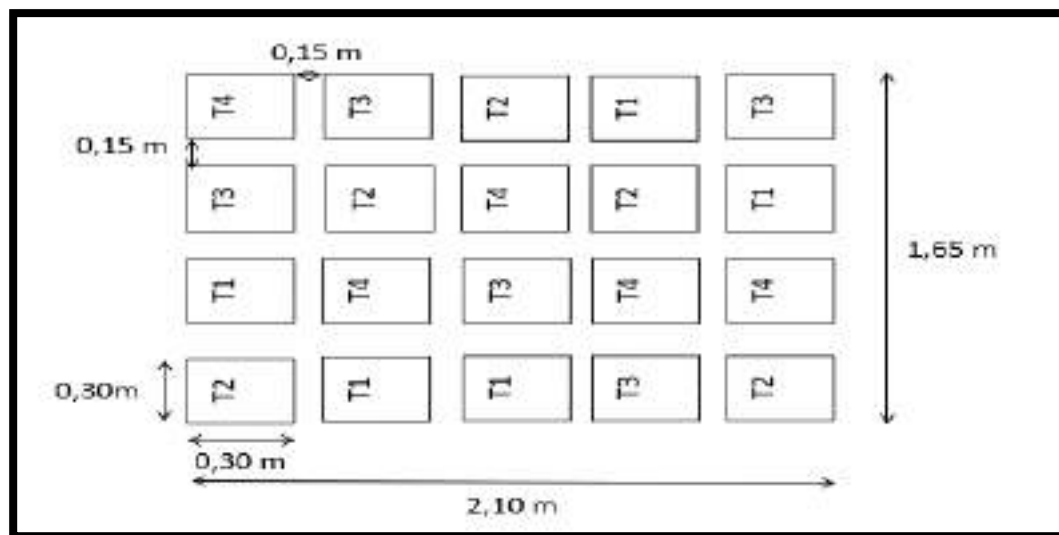
Ugarte, F. (2022) Influencia de bioestimulantes sobre caracteres morfológicos y agroquímicos del banano (*Musa AAA cv. Williams*). *Terra Latinoamericana*, 40, 1-8. e1456. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1456>

Urango, A. (2021) *Publicación: Seguimiento y evaluación de labores fitosanitarias en el cultivo de banano (Musa AAA Cavendish) en la empresa Banaexport S.A.S. Carepa – Antioquia*. [Trabajo de titulación Universidad de Cordoba, Montería]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/entities/publication/1173701c-0989-4794-9c4b-e0ddae33e3e5>

Zambrano, R. (2022) *Efecto del nitrato de calcio más boro frente a variables de desarrollo vegetativo del banano* [Tesis de grado, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, Machala, Ecuador].
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19720>

ANEXOS

Anexo N°1. Croquis de Campo



Fuente: El autor, (2025)

Anexo N°2. Zona de estudio vista de manera satelital.



Fuente: El autor, (2025)

Anexo N°3.Cuadro de resultados

Tratamientos	Bloques	AP_15	AP_30	AP_45	Diám_15	Diám_30	Diám_45	NHP_15	NHP_30	NHP_45	Pren_15	Pren_30	Pren_45	Peso_Raiz
T_arroz	I	3,54	4,92	6,34	8,61	12,70	16,14	3,40	3,80	6,00	100	100	100	14,128
Turba	II	3,78	6,33	8,11	7,99	12,75	17,30	2,20	5,00	6,40	100	60	60	29,52
F_coco	III	3,98	8,98	13,25	12,23	19,13	23,33	3,20	5,80	6,20	100	100	100	22,41
Compost	IV	4,58	8,46	13,64	12,63	19,58	23,08	3,00	5,40	6,60	100	100	100	21,39
T_arroz	I	3,72	5,13	8,64	10,11	13,95	18,29	2,40	3,50	5,75	100	80	80	16,45
Turba	II	4,74	9,55	12,84	11,94	22,73	25,34	3,40	5,00	6,20	100	80	80	18,41
F_coco	III	5,70	9,98	14,15	14,08	19,57	23,22	3,20	4,80	6,00	100	100	100	20,61
Compost	IV	4,06	8,3	12,93	15,28	18,69	22,62	3,00	4,20	5,80	100	100	100	18,19
T_arroz	I	4,12	7,2	10,26	10,14	15,79	19,17	2,80	4,75	5,75	100	80	80	17,36
Turba	II	4,46	11,82	13,98	14,44	20,56	24,86	3,80	5,40	6,40	100	100	100	24,37
F_coco	III	4,44	9,82	12,79	12,33	18,77	22,30	3,00	5,40	6,20	100	100	100	19,34
Compost	IV	5,32	9,84	13,58	12,79	16,34	20,54	3,20	5,60	6,00	100	100	100	18,25
T_arroz	I	2,46	4,84	8,62	9,55	13,38	18,52	2,40	4,40	5,80	100	100	100	13,32
Turba	II	4,34	10,02	13,49	13,16	19,05	23,44	3,00	5,60	6,00	100	100	100	23,45
F_coco	III	3,75	9,83	13,23	13,30	19,29	23,11	2,50	5,00	6,66	80	60	60	21,59
Compost	IV	4,86	10,2	13,46	11,94	18,77	22,73	3,20	5,40	6,00	100	100	100	19,24
T_arroz	I	4,40	6,9	9,13	12,90	16,71	20,34	2,75	3,75	5,25	80	80	80	12,47
Turba	II	6,65	9,64	12,68	13,17	18,86	24,41	2,40	4,40	6,20	100	100	100	19,74
F_coco	III	5,14	10,66	13,92	13,01	18,31	22,75	3,00	5,80	6,20	100	100	100	19,24
Compost	IV	4,14	7,22	10,64	13,15	18,79	23,56	3,00	5,20	6,00	100	100	100	17,12

Resultados de los tratamientos en las distintas variables como AP=Altura de planta, Diam= Dímetro de pseudotallo, NHP=Numero hojas por planta, Pren= Prendimiento.

Fuente: El autor (2025)

Anexo N°4. Análisis de la varianza de la altura de planta.

AP_15

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AP_15	20	0,27	0,13	18,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,99	3	1,33	1,98	0,1572
Tratamientos	3,99	3	1,33	1,98	0,1572
Error	10,73	16	0,67		
Total	14,72	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,48204

Error: 0,6708 gl: 16

Tratamientos Medias n E.E.

Turba	4,79	5	0,37	A
F_coco	4,60	5	0,37	A
Compost	4,59	5	0,37	A
T_arroz	3,65	5	0,37	A

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

AP_30

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AP_30	20	0,64	0,57	15,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50,85	3	16,95	9,56	0,0007
Tratamientos	50,85	3	16,95	9,56	0,0007
Error	28,37	16	1,77		
Total	79,22	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,40944

Error: 1,7731 gl: 16

Tratamientos Medias n E.E.

F_coco	9,85	5	0,60	A
Turba	9,47	5	0,60	A
Compost	8,80	5	0,60	A
T_arroz	5,80	5	0,60	B

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

AP_45

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AP_45	20	0,65	0,59	13,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	71,56	3	23,85	10,04	0,0006
Tratamientos	71,56	3	23,85	10,04	0,0006
Error	38,00	16	2,37		
Total	109,56	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,78849

Error: 2,3748 gl: 16

Tratamientos Medias n E.E.

F_coco	13,47	5	0,69	A
Compost	12,85	5	0,69	A
Turba	12,22	5	0,69	A
T_arroz	8,60	5	0,69	B

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

Tablas de análisis de cada tratamiento realizado en infostat.

Fuente: El autor (2025)

Anexo N°5. Análisis de la varianza del diámetro de tallo.**Diám_15**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diám_15	20	0,38	0,26	13,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26,43	3	8,81	3,23	0,0502
Tratamientos	26,43	3	8,81	3,23	0,0502
Error	43,59	16	2,72		
Total	70,01	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,98649

Error: 2,7241 gl: 16

Tratamientos Medias n E.E.

Compost	13,16	5	0,74	A
F_coco	12,99	5	0,74	A
Turba	12,14	5	0,74	A
T_arroz	10,26	5	0,74	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Diám_30**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diám_30	20	0,48	0,38	12,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	68,27	3	22,76	4,95	0,0128
Tratamientos	68,27	3	22,76	4,95	0,0128
Error	73,51	16	4,59		
Total	141,78	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,87858

Error: 4,5945 gl: 16

Tratamientos Medias n E.E.

F_coco	19,01	5	0,96	A
Turba	18,79	5	0,96	A
Compost	18,43	5	0,96	A
T_arroz	14,51	5	0,96	B

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

Diám_45

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Diám_45	20	0,55	0,46	8,84	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	71,75	3	23,92	6,47	0,0045
Tratamientos	71,75	3	23,92	6,47	0,0045
Error	59,10	16	3,69		
Total	130,85	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,47777

Error: 3,6940 gl: 16

Tratamientos Medias n E.E.

Turba	23,07	5	0,86	A
F_coco	22,94	5	0,86	A
Compost	22,51	5	0,86	A
T_arroz	18,49	5	0,86	B

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

Tablas de análisis de cada tratamiento realizado en infostat.

Fuente: El autor (2025)

Anexo N°6. Análisis de la varianza del número de hojas por planta.

NHP_15

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
NHP_15	20	0,09	0,00	14,31	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,29	3	0,10	0,54	0,6605
Tratamientos	0,29	3	0,10	0,54	0,6605
Error	2,84	16	0,18		
Total	3,13	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,76207

Error: 0,1774 gl: 16

Tratamientos Medias n E.E.

Compost	3,08	5	0,19	A
F_coco	2,98	5	0,19	A
Turba	2,96	5	0,19	A
T_arroz	2,75	5	0,19	A

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

NHP_30

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NHP_30	20	0,57	0,49	10,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,25	3	1,75	7,04	0,0031
Tratamientos	5,25	3	1,75	7,04	0,0031
Error	3,98	16	0,25		
Total	9,23	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90236

Error: 0,2487 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
F_coco	5,36	5	0,22	A
Compost	5,16	5	0,22	A
Turba	5,08	5	0,22	A
T_arroz	4,04	5	0,22	B

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

NHP_45

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NHP_45	20	0,48	0,39	4,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,96	3	0,32	4,99	0,0125
Tratamientos	0,96	3	0,32	4,99	0,0125
Error	1,03	16	0,06		
Total	1,98	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45800

Error: 0,0641 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
F_coco	6,25	5	0,11	A
Turba	6,24	5	0,11	A
Compost	6,08	5	0,11	A
T_arroz	5,71	5	0,11	B

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

Tablas de análisis de cada tratamiento realizado en infostat.

Fuente: El autor (2025)

Anexo N°7. Análisis de la varianza del porcentaje de prendimiento.

Pren_15

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pren_15	20	0,11	0,00	6,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	80,00	3	26,67	0,67	0,5847
Tratamientos	80,00	3	26,67	0,67	0,5847
Error	640,00	16	40,00		
Total	720,00	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=11,44408

Error: 40,0000 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Compost	100,00	5	2,83 A
Turba	100,00	5	2,83 A
T_arroz	96,00	5	2,83 A
F_coco	96,00	5	2,83 A

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

Pren_30

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pren_30	20	0,14	0,00	14,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	480,00	3	160,00	0,84	0,4906
Tratamientos	480,00	3	160,00	0,84	0,4906
Error	3040,00	16	190,00		
Total	3520,00	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=24,94179

Error: 190,0000 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Compost	100,00	5	6,16 A
F_coco	92,00	5	6,16 A
T_arroz	88,00	5	6,16 A
Turba	88,00	5	6,16 A

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

Pren_45

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pren_45	20	0,14	0,00	14,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	480,00	3	160,00	0,84	0,4906
Tratamientos	480,00	3	160,00	0,84	0,4906
Error	3040,00	16	190,00		
Total	3520,00	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=24,94179

Error: 190,0000 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Compost	100,00	5	6,16 A
F_coco	92,00	5	6,16 A
T_arroz	88,00	5	6,16 A
Turba	88,00	5	6,16 A

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

Tablas de análisis de cada tratamiento realizado en infostat.

Fuente: El autor (2025)

Anexo N°8. Análisis de la varianza del peso de la raíz.

Peso_Raiz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso_Raiz	20	0,62	0,55	13,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	185,84	3	61,95	8,88	0,0011
Tratamientos	185,84	3	61,95	8,88	0,0011
Error	111,65	16	6,98		
Total	297,48	19			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,77986

Error: 6,9780 gl: 16

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Turba	23,10	5	1,18 A
F_coco	20,64	5	1,18 A
Compost	18,84	5	1,18 A B
T_arroz	14,75	5	1,18 B

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

Tablas de análisis de cada tratamiento realizado en infostat.

Fuente: El autor (2025)

APÉNDICE

Apéndice N° 1.

Sustrato de fibra de coco



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N° 2.

Sustrato de tamo de arroz



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N° 3.

Sustrato de pseudotallo descompuesto



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°4.

Sustrato de turba



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°5.
Camas germinadoras



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°6.
Desinfección y curación de las plántulas antes del trasplante en funda



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°7.

Siembra en funda de los 4 tratamientos



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°8.

Plantas ubicas en el área experimental



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°9.

Peso de raíz del tratamiento 1.



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°10.

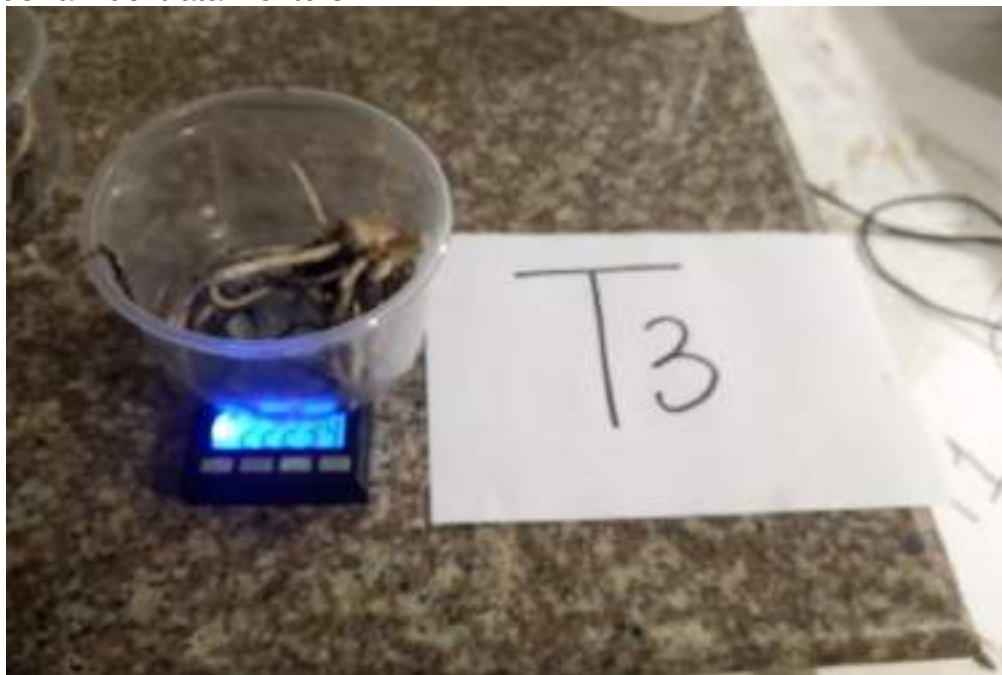
Peso de raíz del tratamiento 2.



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N° 11.

Peso de raíz del tratamiento 3.



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°12.

Peso de raíz del tratamiento 3.



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°13.

Muestra de los 4 tratamientos realizados.



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°14.

Toma de datos junto con el tutor.



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°15.

Toma de datos de los tratameintos junto con el tutor.



Fuente: El autor, (2025)

Apéndice N°16.

Foto con el tutor en la zona de estudio.



Fuente: El autor, (2025)