

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

Tema: “Evaluación de sustratos enriquecidos con micorrizas para la producción de plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en el centro experimental San Francisco”

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de Ingeniera en Agropecuaria

AUTORA: Benavides Villota Amanda Yadira

TUTORA: Ing. Coronel Montesdeoca Nataly T, MSc.

Tulcán, 2024.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que la estudiante Benavides Villota Amanda Yadira con el número de cédula 040208779-5 ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de sustratos enriquecidos con micorriza para la producción de plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en el centro experimental San Francisco".

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Ing. Coronel Montesdeoca Nataly T, MSc.

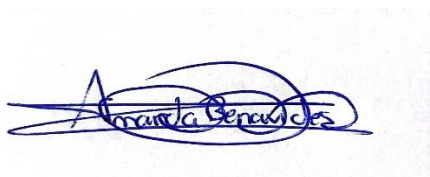
TUTORA

Tulcán, junio de 2024

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniera en la Carrera de agropecuaria de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Benavides Villota Amanda Yadira con cédula de identidad número 0402087795 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Benavides Villota Amanda Yadira

AUTORA

Tulcán, junio de 2024

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Benavides Villota Amanda Yadira declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Evaluación de sustratos enriquecidos con micorrizas para la producción de plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en el centro experimental San Francisco" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Amanda Benavides", is written over a horizontal line.

Benavides Villota Amanda Yadira

AUTORA

Tulcán, junio de 2024

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme brindado la oportunidad de estar viva, por darme el valor y la sabiduría que me ayuda y favorece a salir adelante día tras día, a mis padres: Nancy Villota y Armando Benavides quienes me han apoyado económicamente en cada uno de mis deseos de sobresalir, en especial a mi madre por su amor incondicional y su apoyo moral justo cuando más lo necesitaba, a mis hermanos por darme esa valentía de no rendirme nunca y en cada paso estar para ellos y junto a ellos.

Agradezco a la vida por ser tan maravillosa y obstinada, agradezco a las personas que han sido partícipes en mi crecimiento profesional, a mis maestros que me han guiado en cada paso educativo, a las personas que de alguna u otra forma me han apoyado con sus consejos y moralmente.

A mi Novio, Oscar Ruiz por ser mi compañero de aventuras, por saberme entender, comprender y escuchar, por su paciencia y su amor durante toda la trayectoria de la universidad, por esos grandes pasos que aprendimos a dar juntos, por las batallas ganadas semestralmente y diariamente, gracias por estar presente.

A mi mejor amigo Wilmer Tutachá a quien conocí en nivelación, el cual se destacó en el área de ingeniería en computación y me ayudó notoriamente a superar los obstáculos que se presentaban en mi computadora, gracias por ser parte de esta etapa tan bonita y complicada, fue un gusto haber sido parte de mis mejores amistades en el lugar más ideal para crecer profesionalmente.

A mi familia, amigos, abuelos por la unión de lazos que tenemos, a mi tutora: Ing. Nataly Coronel, por su paciencia y constante apoyo educativo brindado en el desarrollo del correspondiente ensayo y sus correcciones.

En especial a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi que me abrió sus puertas hacia un mundo de conocimientos, hacia un nuevo futuro, muchas gracias por esta oportunidad.

DEDICATORIA

Este gran esfuerzo, constancia y lucha va dedicado a mi madre Nancy Villota, a mi padre Armando Benavides a mis hermanos; Ignacio Benavides y Lenin Benavides, a mi tía Martha Villota (+), a mis abuelitos: Carmen Cerón, Nelson Villota – Emerita Cardenas, Luis Benavides – Eva Calderón (+), José Cerón (+); quienes me han forjado sus valores desde muy pequeña, a pesar de que algunos de ellos ya no me acompañen hasta la actualidad quiero recordarles que han sido mis ángeles en esta trayectoria, a quienes siempre los he traído conmigo, en mi corazón y mis pensamientos.

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
I. EL PROBLEMA	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	20
1.4.1. Objetivo General	20
1.4.2. Objetivos Específicos	20
1.4.3. Preguntas de Investigación	20
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	21
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1. Tomate de árbol variedad (anaranjado gigante)	23
2.2.2. Condiciones ambientales.....	26
2.2.3. Ciclo fenológico del cultivo	26
2.2.4. Sustratos	27
III. METODOLOGÍA	34
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	34
3.1.1. Enfoque.....	34
3.1.2. Tipo de Investigación	34
3.2. HIPÓTESIS	34
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	34

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	36
3.4.1. Ubicación del ensayo	36
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
3.5.1. Tratamientos del experimento	36
3.5.2. Variables evaluadas	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. RESULTADOS	42
4.1.1. Altura de la planta	42
4.1.2. Grosor del tallo	46
4.1.3. Número de hojas	49
4.1.4. Longitud de las hojas.....	53
4.1.5. Ancho de las hojas	53
4.1.6. Longitud de la raíz	54
4.1.7. Número de raíces secundarias	55
4.1.8. Peso de la raíz	56
4.1.9. Costos de producción	57
4.2. DISCUSIÓN	58
4.2.1. Relación de los sustratos con la variable altura de la planta.....	58
4.2.2. Relación de los sustratos con la variable número de hojas.....	59
4.2.3. Relación de los sustratos con la variable grosor de tallo	60
4.2.4. Relación de los sustratos con las variables longitud de la raíz y número de raíces secundarias.	60
4.2.5. Relación de los sustratos con la variable peso de la raíz.....	61
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
5.1. CONCLUSIONES	63
5.2. RECOMENDACIONES	63

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
VII. ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del tomate de árbol.....	23
Tabla 2. Descripción botánica de la especie	24
Tabla 3. Especies cultivadas en el Ecuador	25
Tabla 4. Composición de nutrientes del compost	29
Tabla 5. Composición de nutrientes del vermicompost.....	30
Tabla 6. Composición de nutrientes	31
Tabla 7. Definición y operacionalización de las variables	35
Tabla 8. Tratamientos del ensayo experimental.....	36
Tabla 9. Características del ensayo experimental.....	37
Tabla 10. Control Fitosanitario	39
Tabla 11. ANOVA para altura de la planta	42
Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 15 días.	43
Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 45 días.	43
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 60 días.	44
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 75 días.	45
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 90 días.	46
Tabla 17. ANOVA para el grosor del tallo.	46
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para el grosor del tallo a los 60 días.	47
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para el grosor del tallo a los 75 días.	48
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para el grosor del tallo a los 90 días.	48
Tabla 21. ANOVA para el número de hojas.....	49
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 30 días.	50
Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 45 días.	50
Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 días.	51
Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 75 días.	52
Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 90 días.	52
Tabla 27. ANOVA para la longitud de las hojas.	53

Tabla 28. ANOVA para el ancho de las hojas.	53
Tabla 29. ANOVA para la longitud de la raíz.	54
Tabla 30. Prueba de Tukey al 5% para la longitud de la raíz a los 90 días.	54
Tabla 31. ANOVA para el número de raíces secundarias a los 90 días.	55
Tabla 32. Prueba de Tukey al 5% para el número de raíces secundarias a los 90 días.....	55
Tabla 33. ANOVA para el peso de la raíz a los 90 días.	56
Tabla 34. Prueba de Tukey al 5% para el peso de la raíz a los 90 días.	57
Tabla 35. Costos por sustrato.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Degradación del suelo en el Ecuador	17
Figura 2. Etapa vegetativa	26
Figura 3. Etapa reproductiva	27
Figura 4. Etapa productiva	27
Figura 5. Centro Experimental San Francisco (UPEC)	36
Figura 6. Diseño de la investigación llevado al invernadero	37
Figura 7. Distribución de los tratamientos.....	38
Figura 8. Distribución de la parcela neta	38
Figura 9. Altura de la planta a los 15 días.	43
Figura 10. Altura de la planta a los 45 días.	44
Figura 11. Altura de la planta a los 60 días.	45
Figura 12. Altura de la planta a los 75 días.	45
Figura 13. Altura de la planta a los 90 días.	46
Figura 14. Grosor del tallo a los 60 días	47
Figura 15. Grosor del tallo a los 75 días.	48
Figura 16. Grosor del tallo a los 90 días.	49
Figura 17. Número de hojas a los 30 días.	50
Figura 18. Número de hojas a los 45 días.	51
Figura 19. Número de hojas a los 60 días.	51
Figura 20. Número de hojas a los 75 días	52

Figura 21. Número de hojas a los 90 días.....	53
Figura 22. Longitud de la raíz a los 90 días.	55
Figura 23. Número de raíces secundarias a los 90 días.	56
Figura 24. Peso de la raíz a los 90 días.	57
Figura 25. Altura de la planta.....	58
Figura 26. Número de hojas.	59
Figura 27. Grosor del tallo	60
Figura 28. Longitud de la raíz.....	61
Figura 29. Número de raíces secundarias	61
Figura 30. Peso de la raíz.....	62
Figura 31 Preparación de sustrato	71
Figura 32 Implementación del ensayo	71
Figura 33. Primera deshierba	71
Figura 34. Unidad experimental y parcela neta.....	72
Figura 35. Riego	72
Figura 36. Control Fitosanitario	72
Figura 37. Tanque de mil litros para dar riego	73
Figura 38. Segunda deshierba	73
Figura 39. Control Fitosanitario	73
Figura 40. Fin de implementación del ensayo	74
Figura 41. Altura de la planta	74
Figura 42. Número de hojas	74
Figura 43. Grosor del tallo	75
Figura 44. Longitud de la hoja.....	75
Figura 45. Ancho de la hoja.....	75
Figura 46. Mortalidad	76
Figura 47. Longitud de la raíz.....	76
Figura 48. Peso de la raíz.....	76
Figura 49. Número de raíces secundarias	77
Figura 50. Boxplot Altura de la planta.....	77
Figura 51. Boxplot Grosor del tallo.....	77
Figura 52. Número de hojas	77

Figura 53. Longitud de las hojas	78
Figura 54. Ancho de las hojas	78
Figura 55. Longitud de la raíz a los 90 días	78
Figura 56. Número de raíces secundarias	78
Figura 57. Peso de la raíz	79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC	67
Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas	68
Anexo 3. Recursos de la investigación.....	69
Anexo 4. Proyección en 200 m ² de producción.....	69
Anexo 5. Análisis costo/beneficio.....	70
Anexo 6. Proceso experimental.....	71
Anexo 7. Evidencia de la toma de datos de las variables evaluadas.....	74
Anexo 8. Boxplot para las variables evaluadas	77
Anexo 9. Análisis físico químico de 10 muestras de bioinsumos (Biol - micorriza)	80
Anexo 10. Análisis de suelo de la Turba	84

RESUMEN

La investigación consistió en evaluar los sustratos enriquecidos con micorrizas para la producción de plantas de tomate de árbol (*Solanum Betaceum*) en el centro experimental San Francisco mediante un DCA con 10 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos consistían en sustratos de compost, vermicompost, aserrín molido y ferti – plus a una dosis de 500 gr con 50 gr de micorrizas; se empleó el programa RStudio, con pruebas de ANAVAR y Tukey al 5%; las variables evaluadas obtuvieron una altura de planta en el T8 de 19.16 cm y en el T4 de 18.83 cm; el T4 obtuvo 9 hojas por planta, en el grosor del tallo el T4 0.96 cm y T8 0.89 cm, en las variables longitud de la hoja, ancho de las hojas y mortalidad no hubo diferencias significativas; en la longitud de la raíz el T1 obtuvo un valor de 39.45 cm, sin embargo en el peso de la raíz se obtuvo en el T4 35.27 y T8 32.75 gr, en el T1 se obtuvo 20.50 raíces secundarias y el costos de producción para el T4 fue de \$369.60.

Palabras Claves: (*Solanum betaceum*), turba, ferti-plus, micorriza, sustratos.

ABSTRACT

The research consisted of evaluating substrates enriched with mycorrhizae to produce tree tomato plants (*Solanum Betaceum*) at the San Francisco experimental center using a DCA with 10 treatments and 3 repetitions. The treatments consisted of compost substrates, vermicompost, ground sawdust and ferti-plus using a dose of 500 g with 50 g of mycorrhizae. The RStudio program was used, with ANAVAR and Tukey tests at 5%. The evaluated variables obtained a plant height in T8 of 19.16 cm and in T4 of 18.83 cm. T4 obtained 9 leaves per plant, in stem thickness T4 0.96 cm, and T8 0.89 cm. In the variables leaf length, leaf width and mortality there were no significant differences. In the root length, T1 obtained a value of 39.45 cm, however, the root weight obtained in T4 was: 35.27 gr, and T8: 32.75 gr. In T1, 20.50 secondary roots were obtained and the production cost for T4 was \$369.60.

Keywords (*Solanum betaceum*), peat, ferti-plus, mycorrhiza, substrates.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objetivo Evaluar la aplicación de sustratos enriquecidos con micorrizas en la producción de plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) del centro experimental San Francisco.

Según (González Ulibarry, 2019) los abonos químicos en las últimas décadas se han extendido constantemente en el campo agrícola y han generado grandes cambios en los entornos naturales, el uso indiscriminado de estos productos inorgánicos ha producido la pérdida de la biodiversidad e infertilidad del suelo contaminación de aguas subterráneas e inclusive en muchas ocasiones ha afectado la salud de las personas.

Según (ONU, 2022) menciona que a lo largo de los años la población aumenta considerablemente, de esta manera también existe una gran demanda de los alimentos llevando al agricultor o productor a buscar nuevas alternativas para producir más alimentos, pero tomando en cuenta variables que sean económicas y rentables aprovechando de manera adecuada los residuos orgánicos y la sostenibilidad de la agricultura sin disminuir la producción.

Según (Investigacion Agraria Ap, 2023) la mejor manera de evitar que el tierra negra se comparte en su totalidad es utilizando abonos orgánicos ya que estos proporcionan a las plantas nutrientes necesarios que son más asimilables para el tierra negra, se adiciona de esta manera restos de materia orgánica, biosólidos, vegetales, residuos de animales, compost y vermicompost, la propagación de microorganismos como hongos y bacterias que son capaces absorber los nutrientes necesarios a través del sistema radical de las plantas como las micorrizas.

El cultivo de tomate de árbol en la actualidad se produce más en huertos familiares, pero se comercializa en todo el mundo en mercados locales, para los agricultores no es una actividad rentable debido a las enfermedades que se presentan, posee en si nutrientes, vitaminas y minerales; en el Ecuador se cultivan en Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha e Imbabura

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial el uso de fertilizantes químicos o inorgánicos ha producido grandes impactos negativos debido a la aplicación excesiva de los mismos generando contaminación de aguas subterráneas, eutrofización, contaminación del aire, toxicidad de las aguas, degradación del suelo, desequilibrios biológicos en los ecosistemas dando como resultado la reducción de la biodiversidad (González Ulibarry, 2019).

El aumento de la demanda de cultivos a nivel mundial ha dado lugar al incremento de la producción agrícola, forjando en la agricultura el uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes; en el año 2002 y 2018 la población mundial ha aumentado un 21%, pero el uso de plaguicidas por hectárea de tierra se ha elevado un 30% y el uso de fertilizantes inorgánicos por hectárea incrementó en un 23 % para el nitrógeno, el 13% para el fósforo y el 56% para el potasio (ONU, 2022).

El mercado de los plaguicidas y fertilizantes químicos se encuentran en constante crecimiento, en el año 2016 en todo el mundo se utilizó aproximadamente 4.1 millones de toneladas de ingredientes activos de plaguicidas, siendo el doble de volumen que se ha utilizado en el año de 1990, anualmente se ha aumentado el 3.7% y entre el año 2020 a 2025 se estima que alcanzará en el mercado una demanda de 71 millones de dólares (ONU, 2022).

Los fertilizantes inorgánicos en el año 2018 han utilizado 190 millones de toneladas en la agricultura, sin embargo, se espera que la demanda crezca a los 197 millones de toneladas hasta el año 2024; los ingresos mundiales debido a las ventas de dichos fertilizantes en el año 2018 fueron de 151 millones de dólares, creciendo anualmente un 3.8% del año 2020 al 2025 (ONU, 2022).

y también de los sectores que se encuentran más vulnerables que se han dedicado a la agricultura y ese es su sustento de vida, a continuación, en la Figura 1 se representa las causas de la degradación del suelo en el Ecuador (FAO, 2018).



Figura 1. Degradación del suelo en el Ecuador
Fuente: (FAO, 2018)

Los abonos químicos han suplantado en su totalidad a los abonos orgánicos, causando grandes daños al medio ambiente a largo plazo, los suelos al poseer grandes cantidades de nutrientes como son: nitrógeno, fósforo y potasio se esfuerzan más al intentar recompensar y producir al máximo los cultivos, por lo que se degradan rápidamente ocasionando a largo plazo la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes propios del suelo.

En la provincia del Carchi hay bajos niveles de producción de plantas de tomate de árbol por el costo de la planta, en los viveros la producción de la planta es muy escasa, pocas personas que se dedican a producir plantas de tomate de árbol no tienen la información necesaria de que sustrato es el óptimo para su crecimiento radicular y desarrollo, por tanto, los agricultores no están capacitados para llevar a cabo dicha actividad.

La producción de tomate de árbol en la provincia del Carchi ha tenido problemas por el mal manejo, la poca comercialización y la competencia que existe con el producto más económico procedente de Colombia, este cultivo tiene grandes costos en la economía del agricultor, ya que por la temporada de fuertes lluvias se debe fumigar cada ocho días; además este cultivo se ve afectado por la presencia de enfermedades, patógenos e insectos que dificultan su producción por tal manera el tomate de árbol es cultivado solo en jardinerías, huertos urbanos y familiares.

El agricultor debido al rendimiento productivo de los abonos químicos accede a comprar a costos excesivos a las empresas, sin embargo, la agricultura no le genera los mismos ingresos que el agricultor espera, accediendo a créditos con intereses muy altos, lo que no le permite avanzar productivamente, en comparación con los abonos orgánicos que se los puede hacer inclusive en su propio hogar con solo tener acceso a restos orgánicos.

El tomate de árbol presenta problemas radiculares en su crecimiento por enfermedades fúngicas como: pudrición radicular ocasionada por *Fusarium spp*, mancha negra del tronco ocasionada por *Fusarium solani*, muerte descendente ocasionada por *Fusarium oxysporum*, nemátodos llamados nudo de la raíz ocasionado por *Meloidogyne incognita*, que se encuentran en el tierra negra al momento del trasplante o cuando hacen uso de la tierra que va incluida con los sustratos, también hay enfermedades por virus ocasionados por *Polyvirus* e insectos como: pulgones *Aphis spp* y *Myzus spp*, gusanos trozadores *Agrotis spp*, paratrioza *Bactericera cockerelli*, por lo tanto es indispensable el uso de químicos para contrarrestar este tipo de enfermedades.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo es el crecimiento y desarrollo de plantas de tomate de árbol con la adición de sustratos enriquecidos con micorrizas en el invernadero del centro experimental San Francisco?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El tomate de árbol es originario de la región andina de América del Sur, los lugares donde tiene mejor crecimiento, desarrollo y producción son: Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia, en la actualidad a nivel mundial, Colombia es uno de los países que se dedica a la exportación, ya que este fruto ha adquirido popularidad en los últimos años por su sabor, color y las diferentes características que posee, por otro lado, es un cultivo que tiene las posibilidades de adaptarse a cualquier clima y lugar.

En Ecuador la primera exportación de tomate de árbol a otros países se realizó en el año 2019, con una cantidad de 600 kg hacia Estados Unidos, Agrocalidad es la institución gubernamental que se encarga de revisar los requisitos fitosanitarios para dar paso a las exportaciones.

En la ciudad de Ambato realizaron la inspección y certificación de la producción del tomate de árbol, lo que ha generado una gran oportunidad de trabajo para quienes se dedican a la producción de este cultivo, en el año 2018 también se hizo la exportación de 20 kg a España, Bélgica, Suiza, Holanda, Francia y Alemania; este cultivo es producido en las provincias: Tungurahua, Pichincha, Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo, Azuay y Loja del Ecuador (AGROCALIDAD, 2019).

Según (Moreno Miranda, Molina, Ortiz, Peñafiel, & Moreno, 2020) en la región Sierra Ecuatoriana, durante los años 2015 y 2017 el cultivo de tomate de árbol se ha incrementado en un 70 % dando un valor de 4500 a 7600 ha; el tomate de árbol se encuentra en el décimo puesto de los cultivos interandinos.

Según (Investigacion Agraria Ap, 2023) los abonos orgánicos poseen ciertos beneficios que han ayudado significativamente al desarrollo de las plantas, aportando un sin número de elementos esenciales el cual depende del abono utilizado, estos liberan nutrimentos de forma gradual, lo que garantiza un mayor aporte de los nutrientes para el aprovechamiento de la planta.

Los abonos orgánicos en el suelo mejoran su estructura, porosidad, aireación y capacidad de retención de agua, además, liberan dióxido de carbono durante su descomposición lo cual ayuda a formar ácido carbónico que ayuda a solubilizar nutrimentos de otras fuentes; filtran el agua reduciendo el escurrimiento superficial y son un almacenamiento de carbono orgánico.

Según (Ramírez, 2017) el compost y el vermicompost son abonos orgánicos que el agricultor obtiene a partir de desechos que se han descompuesto naturalmente gracias a la presencia de oxígeno y de microorganismos como bacterias y hongos, dejando como resultado abono orgánico; a partir de 100 kg se puede producir al menos 20 kg de este.

Según (ALTERNATIVA ECOLÓGICA, 2017) el aserrín es utilizado también como un sustrato o abono orgánico por las propiedades que posee, como es la absorción de agua ayudando a mantener la fertilidad del tierra negra, además, mejorando significativamente su estructura y porosidad. (ONU, 2022)

Según (Verdugo Arranz, 2022) las micorrizas han ayudado significativamente a obtener mejores resultados en la producción de plantas favoreciendo el desarrollo radicular y el crecimiento; el tierra negra se hace más productivo con mayor concentración de nutrientes los mismos que son asimilados por las plantas, en la

agricultura el uso de las micorrizas generan un mejor control y recuperación de tierra negras que han sido afectados o degradados a lo largo de los años por monocultivos. Las micorrizas están asociadas a hongos y raíces de las plantas actuando como fertilizantes, estas micorrizas ayudan en la producción agrícola de forma sustentable estableciendo una simbiosis en el tierra negra, así ofrece beneficios como la conservación de la diversidad microbiana para mantener un equilibrio en los tierra negras y en las plantas (Rural, s. f.).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar la aplicación de sustratos enriquecidos con micorrizas en la producción de plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) del centro experimental San Francisco.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar el sustrato ideal para la producción de plantas de tomate de árbol (*Solanum Betaceum*), hasta la etapa de trasplante a campo.
- Analizar que tratamiento promueve un mayor desarrollo en las plantas de tomate de árbol bajo condiciones de invernadero.
- Determinar los costos de los sustratos en función de los tratamientos aplicados en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum Betaceum*).

1.4.3. Preguntas de Investigación

- ¿Qué sustrato es ideal para la producción de plantas de tomate de árbol hasta la etapa de trasplante?
- ¿Qué tratamiento proporcionará los nutrientes necesarios para un mayor desarrollo de las plantas de tomate de árbol?
- ¿Qué sustratos y que tratamiento fueron más económicos y eficientes en el desarrollo del tomate de árbol?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Padilla Tapia, 2013) llevó a cabo una investigación en Tungurahua utilizando un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se utilizó un sustrato profesional compuesto por un 80% de turba rubia y un 20% de turba negra, el cual demostró tener un impacto significativo en el crecimiento de las plántulas de tomate de árbol. Se observó un aumento en la longitud de las plántulas, el número de hojas, el largo de la raíz y el volumen de la raíz. Estos resultados se atribuyen a las condiciones óptimas de humedad, aireación, textura y compactación que proporcionó el sustrato en comparación con otros sustratos. Además, se registraron los mejores promedios en la altura de la planta a los 15, 30 y 45 días después del trasplante.

Según (Vargas Vera, 2019) la investigación consistió en determinar el efecto de la mezcla de compost, humus de lombriz y arena de río en la germinación y crecimiento inicial de plántulas de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones y 164 plantas por grupo experimental. Se probaron diferentes mezclas como sustratos: 20% compost + 80% tierra agrícola, 30% compost + 70% tierra agrícola, 100% compost, 20% humus de lombriz + 80% tierra agrícola, 30% humus de lombriz + 70% tierra agrícola, 100% humus de lombriz, 20% arena de río + 80% tierra agrícola, 30% arena de río + 70% tierra agrícola, 100% arena de río y 100% tierra agrícola. Se analizaron diversas variables como: parámetros de germinación, crecimiento inicial de las plántulas, diámetro y tamaño de las hojas, número de hojas al trasplantar, diámetro del tallo y altura de la planta.

Según (Vargas Vera, 2019) los resultados obtenidos fueron los siguientes: el compost, humus de lombriz y arena de río han contribuido al crecimiento inicial de las plántulas de tomate de árbol. Sin embargo, el sustrato compuesto por humus de lombriz y tierra agrícola en proporción de 20% y 80%, ha tenido un mayor impacto en el crecimiento inicial de las plántulas. Se observó un diámetro de hojas de 9.97 cm y un tamaño de

hojas de 14.58 cm en estas plántulas. Por otro lado, el uso de humus de lombriz al 100% resultó en un mayor diámetro de tallo de las plántulas, con un valor de 5.66 cm, y una altura de planta de 20.93 cm. El compost al 100% mostró un efecto del 7.56% en el número de hojas por planta.

Según el ensayo de (Diaz Reina, 2022) evaluó abonos orgánicos y micorrizas (safer) sobre el rendimiento de cultivo de apio, utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con 7 tratamientos y 4 repeticiones, lo que resultó en un total de 784 plantas. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: T1 (vermicompost), T2 (gallinaza), T3 (compost), T4 (vermicompost + micorriza), T5 (gallinaza + micorriza), T6 (compost + micorriza), T7 (químico). Las variables medidas incluyeron la altura y el diámetro del tallo, el número de hojas y el peso por tratamiento. Además, se realizó un análisis económico costo-beneficio.

Según (Diaz Reina, 2022) los resultados obtenidos fueron los siguientes: el cultivo de apio T5 (Gallinaza + micorrizas) mostró una mayor eficiencia en términos de rendimiento, alcanzando una producción aproximada de 7215,18 kg ha⁻¹. Este tratamiento se destacó en todas las variables evaluadas. El segundo mejor rendimiento fue obtenido por el tratamiento T7 (químico), con una producción de 6021,23 kg ha⁻¹. El tratamiento T2 (gallinaza) mostró una producción de 5970,47 kg ha⁻¹ y el tratamiento T4 (Vermicompost + micorrizas) mostró una producción de 5378,59 kg ha⁻¹. En cuanto a la variable costo-beneficio, el mejor tratamiento fue el T5, que presentó la mayor ganancia para el horticultor con una utilidad neta de \$ 1729,85 USD y un beneficio de \$ 1,92 USD. Esto significa que, por cada dólar invertido, el horticultor obtendrá una ganancia de \$ 0,92 USD. Estos resultados indican que los abonos orgánicos como el vermicompost, la gallinaza y el compost son una buena alternativa de fertilización, al igual que los biofertilizantes como las micorrizas.

Según (Remache Villacís, 2022) valoró dosis y frecuencia en aplicación de ecoabonaza en forma líquida en el crecimiento del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav*), aplicó un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de 3 * 3 + 1 con un total de 10 tratamientos y 30 unidades experimentales por repetición.

Según (Remache Villacís, 2022) los resultados obtenidos fueron los siguientes: el tratamiento que mostró mayor significancia fue el T1D1F1 (Tratamiento uno con dosis de 2 libras en frecuencias de 15 días), lo cual resultó en un mejor crecimiento del

cultivo. Este tratamiento permitió obtener plantas con un mayor número de brotes (9.22 brotes), una mejor altura de la base del patrón (18.67 cm), una altura base del injerto de (120 cm) y una altura base ápice con un promedio altamente significativo (138.67 cm). Además, se observó un mayor diámetro de la base del patrón (34.94 mm), un diámetro del patrón injerto de (40.53 mm) y un promedio mayor en el diámetro de la base del injerto (33.52 mm). Desde un punto de vista agronómico, el uso de esta ecoabonaza líquida con la dosis y frecuencia adecuadas para su aplicación se considera apropiado para el desarrollo de la agricultura orgánica. Esto reduce la dependencia de los productores agrícolas en el uso de productos químicos y aprovecha los recursos existentes en el medio al ser preparado de forma artesanal.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Tomate de árbol variedad (anaranjado gigante)

El fruto posee un diámetro aproximadamente de 5.8 cm y un diámetro polar de 8 cm, alcanzando un peso de 120 gramos. La planta alcanza una altura máxima de 2.64 metros, la ramificación inicia a la altura de 1.36 metros, lo que genera que la primera cosecha comience a los 353 días con una producción aproximada de 47 t/ha. El fruto tiene una coloración roja debido al mucilago anaranjado que recubre en su totalidad las semillas, en la Tabla 1 se indica la taxonomía del tomate de árbol (Marcial Acosta, 2022).

Tabla 1. Taxonomía del tomate de árbol

Nombre común:	Tomate de árbol
Nombre científico:	<i>Solanum betaceum</i>
Género:	Solanum
División:	Angiospermae
Reino:	Plantae
Clase:	Magnoliopsida
Familia:	Solanaceae
Orden:	Solanales

Fuente: (Cangás Chulde , 2019)

En la Tabla 2 se detalla las características fisiológicas del tomate de árbol como: raíz, tallo, hojas, inflorescencias, fruto y semillas.

Tabla 2. Descripción botánica de la especie

Raíz	La raíz del tomate de árbol alcanza profundidades de 1 m, raíces absorbentes 2 m, dependiendo del tipo de tierra negra, este le brindara la oportunidad de desplazarse fácilmente, variaciones como: manejo del suelo antes de su plantación, desarrollo del cultivo, fertilizantes orgánicos o químicos, sistema de riego, pueden provocar variaciones en su sistema radicular, durante su crecimiento.	
Tallo	El tallo del tomate de árbol es de forma cilíndrica, alcanza alturas entre 2.5 a 3 m en cuanto hace sus ramificaciones, depende de la calidad de nutrición y ambiente para desarrollarse considerablemente, pero lo más prudente es que haga 3 ramificaciones de 1 a 1.5 m también hay tomates de árboles que han sido injertos, estos alcanzan la altura de 2 m, pero su tallo es erecto, de color verde oscuro o pálido, en estado adulto se torna semileñoso, se desarrolla y ramifica.	
Hojas	En el tallo principal, las hojas son grandes, de 30 a 40 cm de largo, pero cuando ya son hojas secundarias y están ubicadas en la copa, llegan a medir 20 cm y tienen el ápice un poco curvado, el color cambia de acuerdo al genotipo: verde oscuro, verde claro, púrpura, anaranjado.	
Inflorescencia	Son en forma de racimo y sufre alteraciones morfológicas, se desarrollan en las axilas de las hojas o sobre ellas, poseen máximo 40 flores, de color rosado, son visitadas por abejas, pero también hay polinización autógama y alógama.	

Fruto	Es de forma ovalada, ovoide, esférica, trompiformes y poliformes, es considerado una baya en forma de puntón o redondeado, esta sostenido por un péndulo largo, es brillante y su color es acorde a sus genotipos, se lo observa verde o morado cuando ya está próximo a su madurez.	
Semillas	Sus semillas son pequeñas con una longitud de 2 a 4 mm, aplanadas, color blanco, a medida de su madurez poseen pigmentos anaranjados, rojizos o morado, esta pulpa es la que le da el color al jugo, están ubicadas en un mucílago gelatinoso y varían entre 200 a 300 unidades, dependiendo de los cultivares.	

En la Tabla 3 se detallan las especies cultivadas del tomate de árbol que hay en el Ecuador.

Tabla 3. Especies cultivadas en el Ecuador

Tomate de árbol rojo común	Su baya es roja, su pulpa es de color naranja, cuando esta fruta ya este por madurar, el color es morado y se va tornando roja conforme su estado de madurez, el tamaño promedio es 8 cm de longitud y 5 cm de ancho, su peso es de alrededor de 80 a 90 gr.
Tomate de árbol amarillo redondo	Su baya es amarilla, su pulpa también es del mismo color, su cascara tiene cierta dureza, en comparación con otros, es redondo con 7 cm de longitud y 6 cm de ancho, su peso aproximado rodea los 90 gr.
Tomate de árbol amarillo común	Su baya es de color tomate, su pulpa es suave y jugosa, es el más dulce de todos, el mercado lo prefiere por su color y su forma ovalada, su tamaño es de 7 cm de longitud y 5 cm de ancho, tiene más o menos 170 semillas por fruta.
Tomate de árbol rojo morado (Tamarillo)	Su baya es de color rojo intenso, su pulpa es de color naranja, pero las semillas son de color morado intenso, jugoso, suave, su tamaño redondea los 5.2 cm de longitud, 6 cm de ancho y su peso es de 90 gr y posee 300 semillas por fruta.
Tomate sin semilla	Su baya es de forma ovoidal, su fruto de color anaranjado con rayas verde o café, su peso es de 21 gr mide 4 cm de longitud y 3 cm de ancho y son conocidos como partenocarpías por no poseer semillas. (Núcleo Ambiental S.A.S, 2015)

2.2.2. Condiciones ambientales

Temperatura: El cultivo del tomate de árbol debe tener un promedio aproximado entre 14 °C a 20 °C ya que la planta entra en producción a los 10 o 12 meses, pero, en valores inferiores a 14 °C el crecimiento de la misma se hace lento por lo que se alarga más y empieza a los 15 meses después de la siembra.

Precipitación: El cultivo del tomate de árbol posee un requerimiento entre 500 a 1000 mm anualmente, el cual debe ser acompañado por riegos que le ayuden a la planta a completar sus requerimientos hídricos, ya que existen lugares donde la precipitación es de 1500 mm y se producen encharcamientos dando lugar a enfermedades como la lancha tardía y la antracnosis. (Marcial Acosta, 2022)

Tierra negra: El cultivo del tomate de árbol por lo general se adapta más a tierra negras franco arenosos y francos arcillosos, también necesita que el suelo se encuentre a un pH ácido entre 6 y 8, con una materia orgánica de al menos 4 a 5 % para llevar a cabo una buena producción.

Luminosidad: El cultivo del tomate de árbol tiene que tener al menos 8 horas de luminosidad, con la presencia de meses en temporada de lluvia o neblina se restan bastantes horas luz, lo que a lo largo de su crecimiento reduce las probabilidades de la producción de las plantas.

2.2.3. Ciclo fenológico del cultivo

2.2.3.1. Etapa vegetativa

Esta etapa dura alrededor de 6 a 8 meses y corresponde al periodo entre el trasplante y la floración ya que la planta está en constante crecimiento, el tallo aumenta significativamente su tamaño y las hojas han alcanzado su desarrollo máximo.



Figura 2. Etapa vegetativa

2.2.3.2. Etapa reproductiva

Esta etapa tiene una duración que se aproxima entre los 7 y 14 meses ya que comprende el periodo entre la floración y el inicio de la fructificación, una vez iniciado la etapa de la floración esta se mantiene de forma continua.



Figura 3. Etapa reproductiva

2.2.3.3. Etapa productiva

Esta etapa dura entre 17 y 44 meses iniciando desde la floración hasta que finaliza la producción de frutos, así la planta se mantiene en constante producción durante un lapso de 21 a 28 semanas.



Figura 4. Etapa productiva

2.2.4. Sustratos

2.2.3.1. Tierra negra

Según (Alvia Plaza, 2022) este sustrato es considerado como la capa superficial o fértil que es propia del tierra negra, por lo tanto, está conformada por material vegetal muerto, restos de animales, materia orgánica proveniente de restos de hojas de árboles; contiene una cierta cantidad de nutrientes que son absorbidos por las plantas, ya que en estos suelos se pueden encontrar diferentes variedades de

insectos que facilitan la aireación del suelo, como lo son las lombrices, cochinillas, larvas o ciempiés.

Según (Tualombo Toalombo , 2019) la tierra negra es un sustrato que es más oportuno de conseguir, ya que se la puede encontrar en ciénegas, posee mejor calidad y una alta retención de agua, sin embargo, tiene problemas de agrietamiento y drenaje, de esta manera se puede identificar el color dependiendo de la calidad de suelo en diferencia con otros tipos de suelos que también son utilizados como sustrato.

Propiedades que tiene la tierra negra: mejora la textura, de esta manera tiene la capacidad de retener el tiempo suficiente el agua en el suelo; genera una adecuada circulación en la raíz de las plantas lo que ayuda a mejorar el desarrollo de la planta, además crea un ambiente provechoso para la supervivencia de insectos o gusanos que permiten el flujo del aire evitando en cierta forma que el suelo se compacte. Los nutrientes que tiene son debido a algunas bacterias que tienen la capacidad de absorber el nitrógeno del aire y lo depositan en el suelo permitiéndole a la planta que se alimente. (PortalFrutícola.com, 2019)

2.2.4.2. Arena de río

Según (Vargas Vera, 2019) la arena de río no tiene ningún tipo de nutrientes minerales, mucho menos posee alguna capacidad de amortiguamiento que sea química, en la agricultura es utilizada en los viveros para combinarla con sustratos que sean orgánicos; está compuesta por diminutos granos de roca que tienen un tamaño aproximado de 0.02 a 2.0 mm de diámetro. Es el resultado de la descomposición o quebrantamiento de diversas rocas, que se han desprendido de cierta manera de la roca madre de donde se originó, sin embargo, la arena es el mineral más pesado y es utilizado para obtener un crecimiento en las raíces, para ser utilizada adecuadamente es necesario fumigarla o tratarla con calor antes de aplicarla ya que contiene malezas y patógenos que son perjudiciales para las plantas.

La arena de río es fácil de encontrarla en los lugares donde el agua ha bajado la marea, esta tiene un peso alrededor de 1290 kg/m³ a diferencia de la arena gruesa que su peso es de 1350 a 1500 kg/m³ aproximadamente, la arena de río pose una buena capacidad de retención de agua, pero baja aireación.

2.2.4.3. Compost

Es un abono orgánico hecho a partir de la descomposición de la materia orgánica que ha sido controlada en cada uno de sus procesos, este es un producto estable, tiene un olor agradable, consta de muchos beneficios para las plantas y el tierra negra y todo esto es posible gracias a la biodegradación en presencia del oxígeno que contienen los residuos orgánicos, restos del jardín o la cocina, en la Tabla 4 se muestra la composición de nutrientes que posee el compost (Mezo, 2020).

El compostaje garantiza a las plantas una reserva de nutrientes, promoviendo la absorción y retención de agua, facilitando la circulación del aire y evita cambios bruscos tanto en temperatura como en humedad. Este proceso natural involucra a diversos organismos descomponedores que se encargan de consumir, descomponer y digerir las células y moléculas presentes en la materia orgánica. Las bacterias y hongos microscópicos son los principales contribuyentes a estas tareas, también participan pequeños insectos, como lombrices, cochinillas y sus larvas (Mezo, 2020).

Tabla 4. Composición de nutrientes del compost

Nutrientes	Compost
N (%)	1.4
C/N	20.6
P (%)	1.8
K (%)	0.7
Zn (ppm)	80
Cu (ppm)	40
Mn (ppm)	260

Fuente: (Mezo, 2020)

2.2.4.4. Vermicompost

Es un fertilizante natural que tiene la más alta calidad ya que contiene más nutrientes que otros abonos orgánicos debido a su efecto y cualidad de mejorar el suelo, en las plantas promueve el crecimiento y acelera el rendimiento de los cultivos, en la Tabla 5 se encuentra la composición de nutrientes que tiene el vermicompost (Mezo, 2020).

Características

- Es similar a la tierra de bosques caducifolios o mixtos
- Es un sustrato de color negro, no tiene olor y es fácil de desmenuzar
- Tiene un balance de nutrientes para las plantas

- El suelo supera el número de microorganismos
- No posee aditivos químicos sintéticos

Tabla 5. Composición de nutrientes del vermicompost

Nutrientes	Vermicompost
N (%)	1.9
C/N	13.6
P (%)	2.0
K (%)	0.8
Zn (ppm)	100
Cu (ppm)	48
Mn (ppm)	500

Fuente: (Mezo, 2020)

Beneficios

- Mejora significativamente la estructura del suelo
- Acelera la regeneración de los suelos que son infértiles
- Genera plantas sanas y que son más resistentes a las plagas
- Estimulan el crecimiento de las raíces
- Previenen y disminuyen la presencia de plagas en las plantas

2.2.4.5. Aserrín molido

La turba es hecha a base de aserrín molido, esta tiene que pasar por el enjuague varias veces ya que es hecha a base de los escombros del pino o el eucalipto y estas plantas eliminan una sustancia llamada taninos que es toxica para los cultivo, por lo tanto no se la puede utilizar directamente en las plantas, ya que inclusive puede llegar a marchitarlas, uno de los beneficios que posee es que retiene el agua por mayor cantidad de tiempo, inclusive si es utilizado en condiciones bajo invernadero no habrá que dar riego continuamente, las plantas pueden aguantar hasta 8 días en condiciones de humedad (ALTERNATIVA ECOLÓGICA, 2017).

2.2.4.6. Ferti-plus

Es un fertilizante orgánico que está compuesto por materia orgánica y nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio principalmente, sirve para abonar las plantas en su etapa de desarrollo, en la Tabla 6 se detalla la composición de nutrientes que por ende tiene el Ferti-plus (ALL.BIZ, 2023).

Tabla 6. Composición de nutrientes

Componente	Resultado
N (%)	3.22
P (%)	2.03
K (%)	1.85
Na (%)	0.24
Ca (%)	7.95
Mg (%)	0.64
Zn (%)	427.65
Carbono orgánico (%)	27.21
Cenizas (%)	51.01
Relación carbono nitrógeno	8.45
Humedad (%)	22.11
PH	6.05
Conductividad (dS/m)	4.61
Densidad (kg/m ³)	498

Fuente: (ALL.BIZ, 2023)

Beneficios del Ferti-plus en el desarrollo del cultivo

- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo
- Mejora la absorción de nutrientes presentes en el tierra negra o fertilizantes aplicados
- Completa los nutrientes del suelo para convertirlos en formas asimilables por las plantas
- Estimula los microorganismos beneficiosos que descomponen la materia orgánica, promoviendo la mineralización y fijación del nitrógeno
- Aumenta la retención de humedad del suelo
- En las semillas, promueve la germinación y el vigor inicial de las plántulas
- Mejora la estructura del suelo al formar agregados que facilitan la aireación y previenen la compactación.

3.5.1.4. Micorriza

Las micorrizas son hongos del tierra negra que están asociados mediante una simbiosis mutualista a la mayoría de raíces de las plantas, su origen proviene del griego *Mykes*= hongo y del latín *Rhiza*= raíz; siendo un mecanismo de supervivencia y viviendo en completa armonía hasta en condiciones poco favorables (Verdugo Arranz, 2022).

Según (Parada Santamaría, 2023) las micorrizas son muy importantes en la naturaleza ya que aumentan la absorción de los nutrientes a las raíces como fósforo, nitrógeno y otros elementos que son esenciales para las plantas, de esta manera se mejora su crecimiento y desarrollo, sin embargo, en las plantas generan resistencia a enfermedades y a situaciones de estrés como la sequía o salinidad. Las micorrizas desempeñan un papel muy importante para completar el ciclo de los nutrientes en los ecosistemas, contribuyendo a la mineralización de los nutrientes y facilitando el intercambio de nutrientes entre el suelo y las plantas.

Beneficios

- Este tipo de hongos protegen la raíz de la infección de otros hongos que son perjudiciales, ya que tienen el nicho ocupado, de esta manera otros hongos no pueden ingresar.
- Tienen la capacidad de mantener un ambiente en la rizosfera que es capaz de mejorar la humedad y evitar la lixiviación de nutrientes.
- Genera estructuras a través de sus hifas, dándole la oportunidad de llegar inclusive a lugares del suelo donde las raíces no pueden, incrementando el acceso a agua y nutrientes para la planta.

Identificación de microorganismos empleados en el ensayo.

Bacterias

- *Bacillus spp*

Según (Flores, 2018) la bacteria *Bacillus subtilis*, clasificada como Gram positiva, desarrolla endosporas que son resistentes a condiciones que son perjudiciales como desecación, radiación, ácidos y desinfectantes químicos. Este microorganismo emplea diversos mecanismos como la competencia por espacio o nutrientes, e inducción de resistencia, ayuda a controlar patógenos en las plantas contribuyendo así una mejor resistencia y además contribuye al crecimiento de las plantas significativamente.

Según (Flores, 2018) esta bacteria tiene la habilidad de generar esporas que pueden sobrevivir o mantener su actividad metabólica activa incluso en condiciones adversas, lo cual las hace apropiadas para la elaboración de productos que son viables tanto como estables para el control biológico y la promoción de crecimiento.

Se la encuentra distribuida ampliamente en la naturaleza y una de sus peculiaridades es la capacidad que tiene para crear esporas en diversas condiciones de estrés.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo, ya que se evaluó significativamente abonos orgánicos como: Compost, vermicompost, turba, Ferti-plus y micorrizas, los datos que se tomaron fueron: altura de la planta, número de hojas, grosor del tallo, longitud de la hoja, ancho de la hoja, mortalidad, peso de la raíz, número de raíces secundarias, longitud de la raíz y costos de producción, con los cuales da a conocer la hipótesis.

3.1.2. Tipo de Investigación

Esta investigación es experimental y de campo, la cual será realizada bajo condiciones de invernadero.

3.2. HIPÓTESIS

H0: El uso de sustratos junto con micorrizas no mejoran el desarrollo de plántulas de tomate de árbol.

H1: El uso de sustratos junto con micorrizas mejoran el desarrollo de plántulas de tomate de árbol.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 7. Definición y operacionalización de las variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Técnica	Instrumento
Independiente: Sustrato y micorrizas.	Compost	S1: 30% de compost + 40% de tierra negra + 30% de arena de río.	Volumen y observación	Registro
	Vermicompost	S2: 30% de vermicompost + 40% de tierra negra + 30 % de arena de río.	Volumen y observación	Registro
	Turba	S3: 30% de aserrín molido + 40% de tierra negra + 30% de arena de río.	Volumen y observación	Registro
	Ferti – plus	S4: 30% de Ferti – plus + 40% de tierra negra + 30% de arena de río.	Volumen y observación	Registro
Definición: Mezcla de proporciones de sustratos y micorrizas en el desarrollo de plantas de tomate de árbol.	Micorriza	S1 + Micorriza 50 gr S2 + micorriza 50 gr S3 + micorriza 50 gr S4 + micorriza 50 gr	Volumen y observación	Registro
	Altura de planta	El dato se tomó a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días desde el cuello de la planta hasta la corona, en cm.	Medición y observación	Registro y regla.
	Número de hojas	El dato se tomó en las plantas que fueron tomadas como muestra de los tratamientos y repeticiones.	Observación y conteo	Registro
	Grosor del tallo	El dato se tomó a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días, dejando un centímetro desde la base del tallo.	Medición y observación	Vernier y registro
	Longitud de la hoja	El dato se tomó a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días, desde la base de la hoja hasta el ápice de la misma.	Medición y observación	Vernier
	Ancho de las Hojas	El dato se tomó a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días, en la segunda hoja en la parte más ancha de la misma.	Medición y observación	Vernier y registro
	Mortalidad	El dato se tomó a los 30, 60 y 90 días.	Observación y conteo	Registro
	Longitud de la raíz	El dato se tomó a los 90 días, se realizó la medición desde el cuello de la raíz hasta la cofia.	Medición y observación	Flexómetro
	Peso de la raíz	El dato se tomó a los 90 días, se pesará en gramos.	Corte y observación	Balanza
	Número de raíces secundarias	El dato se tomó a los 90 días, haciendo un conteo de las raíces secundarias.	Observación y conteo	Registro
Costos de producción	Dato de todos los gastos a los 90 días, una vez culminado el ensayo.	Determinación de costos de producción	Registro	

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Ubicación del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en la finca experimental San Francisco, la cual se encuentra ubicada en la provincia del Carchi en el cantón San Pedro de Huaca, tiene una altitud de 2843 msnm, sus coordenadas geográficas son: 00 - 38' - 29 '' latitud Norte, 77 - 43° - 35 ´ longitud Oeste, su clima es frío alcanzando una temperatura promedio de 12 °C, donde se dio uso de sus instalaciones como es los invernaderos donde se llevó a cabo la tesis de experimentación.



Figura 5. Centro Experimental San Francisco (UPEC)
Fuente: Google Earth (2023)

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.5.1. Tratamientos del experimento

Los tratamientos empleados en el ensayo son 10 que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 8. Tratamientos del ensayo experimental

Tratamientos	Descripción
T1	S1: 30% de Compost + 40% de tierra negra + 30% de arena de río
T2	S2: 30% de Vermicompost + 40% de tierra negra + 30% de arena de río
T3	S3: 30% de aserrín molido + 40% de tierra negra + 30% de arena de río
T4	S4: 30% de Ferti-plus + 40% de tierra negra + 30% de arena de río
T5	S1+ 50 gr de micorriza
T6	S2 + 50 gr de micorriza
T7	S3 + 50 gr de micorriza
T8	S4 + 50 gr de micorriza
T9	100 % tierra negra (Testigo)
T10	100 % tierra negra + 50 gr de micorriza (Testigo)

3.5.1.1. Características de la unidad experimental

Tabla 9. Características del ensayo experimental

Diseño Completamente al Azar	Dimensiones
Tratamientos	10
Repeticiones	3
Unidades experimentales	30
Área total	114 m ²
Área de unidad experimental	3 m ² (2m x 1.25 m)
Distancia entre plantas	20 cm de largo x 15 cm de ancho
Plantas por unidad experimental	24
Plantas unidad neta	6
Plantas totalidad del ensayo	720

En la Figura 6 se muestra la distribución de los tratamientos del ensayo llevado al invernadero.

T2R3	T3R2	T4R1
T4R3	T10R2	T2R1
T5R3	T1R2	T9R1
T7R3	T8R2	T3R1
T9R3	T2R2	T10R1
T3R3	T6R2	T1R1
6R3	T7R2	T5R1
T8R3	T4R2	T6R1
T1R3	T5R2	T7R1
T10R3	T9R2	T8R1
R3	R2	R1

Figura 6. Diseño de la investigación llevado al invernadero

3.5.1.2. Distribución y muestra del experimento

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), estuvo conformado por 10 tratamientos y 3 repeticiones, dando un total de 30 unidades experimentales.

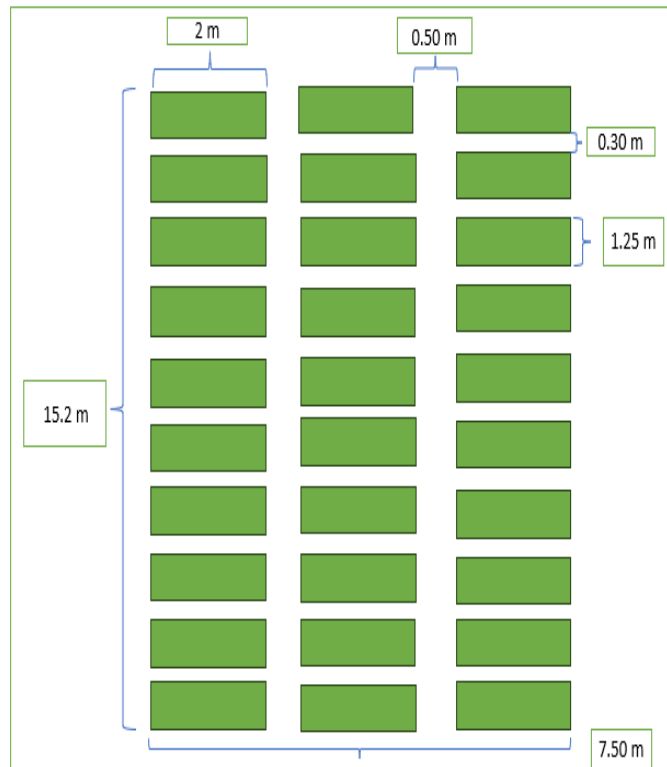


Figura 7. Distribución de los tratamientos

3.5.1.3. Población y muestra de la investigación

El diseño implementado en el experimento tuvo una población total de 720 plantas, de las 24 plantas de unidad experimental se eligió 6 plantas de muestra por cada tratamiento aplicado para evaluar las variables propuestas, dando un total de 180 plantas a evaluar.

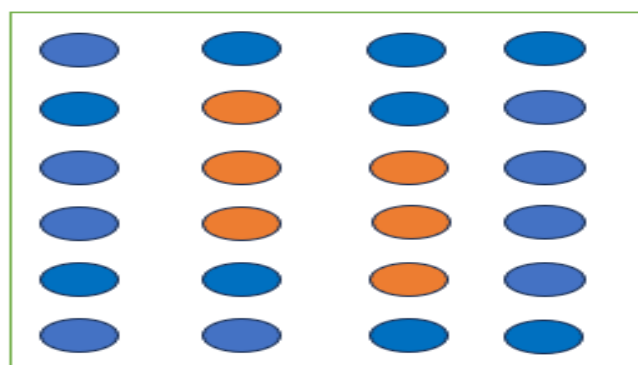


Figura 8. Distribución de la parcela neta

3.5.1.4. Procedimientos

- Preparación del terreno: En el reconocimiento del área a utilizar se realizó la limpieza manualmente, una vez marcado el área se procedió a fumigar con matamalezas (Paraquat), un herbicida de contacto, a las tres semanas de

haber implementado el ensayo se hizo la segunda limpieza manual, con machetes para sacar el trébol, cocuyo, nabo y raigrás.

- **Trazado:** El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero en un lote de las siguientes dimensiones: 15.2 m de largo x 7.50 m de ancho (114 m²), se manejó 30 unidades experimentales de 2 m de largo x 1.25 m de ancho (3 m²), se colocó estacas y piola para diferenciar cada unidad experimental. Se estableció caminos de 0.50 m de ancho x 0.30 m de largo entre parcelas.
- **Trasplante:** Se utilizó plántulas de vivero local con un peso aproximado de 1 libra; las fundas de vivero tuvieron una capacidad de 3 libras. Cada funda de polietileno con su respectiva plántula fue ubicada a una distancia de 20 cm de largo y a 15 cm de ancho entre trasplantes.
- **Biofertilización:** Al momento del trasplante, se incorporó directamente 50 gr de micorrizas y 500 gr de abono orgánico a la funda de polietileno generando la mezcla del sustrato.
- **Deshierba:** Esta actividad se realizó de forma manual en las fundas de vivero cada 15 días, por la presencia de malezas que crecen de forma natural alrededor de la planta; en los caminos se utilizó el machete para limpiar el crecimiento de trébol, cocuyo, raigrás y nabo. De esta manera se controló las malezas para evitar daños significativos en el experimento.
- **Riego:** se dotó de riego al ensayo con una frecuencia de 4 días; para lo cual se utilizó un tanque con capacidad de 1000 litros que fue colocado al exterior del invernadero para reciclar el agua de lluvia evitando el consumo de agua potable.

En la Tabla 10 se indica el control fitosanitario utilizado para controlar plagas con productos químicos comerciales, los mismos que se aplicaron cada 15 días hasta culminar el ensayo con una dosis recomendada según el fabricante.

Tabla 10. Control Fitosanitario

Plagas	Producto	Dosis	Frecuencia
Mosca Blanca	Kañon	15 cc/bomba	Cada 15 días
Pulgones	Tieso	3 cucharas/bomba	Cada 15 días
Minador	Bazoka Duplo x 100 gr	3 cucharas/bomba	Cada 15 días
Babosas	Matababosa 5% Cebo 500 gr	500 g	Dosis única
Enfermedades			
Pudrición	Topsin-M	3 cucharas/bomba	Cada 15 días

3.5.2. Variables evaluadas

A continuación, se menciona las variables consideradas en el diseño experimental, acotando que se seleccionó 6 plantas centrales de cada unidad experimental para recabar información que fue analizada estadísticamente. Cabe mencionar, que se consideró el efecto borde en cada parcela neta.

- **Altura de planta:** los datos se recolectaron en intervalos de 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días utilizando una regla, se midió la distancia desde el cuello de la planta hasta la corona para obtener registros precisos.
- **Número de hojas:** se contabilizó el número de hojas presentes en cada planta, los datos fueron registrados con la misma frecuencia y con las mismas plantas seleccionadas como muestras representativas de los diferentes tratamientos y repeticiones. Esta variable proporcionó información detallada de la variación en la cantidad de hojas a lo largo del tiempo y permitió analizar de manera precisa el impacto de los diferentes tratamientos en el desarrollo foliar de las plantas.
- **Grosor del tallo:** La medición del grosor del tallo se llevó a cabo en los mismos intervalos de tiempo. Para obtener el dato se marcó un centímetro desde la base del tallo como punto de referencia. La toma de esta variable se realizó con la ayuda de un vernier o calibrador. Esta variable proporcionó registros fiables para evaluar la evolución del grosor del tallo a lo largo del período de estudio.
- **Longitud de la hoja:** esta variable se obtuvo con las frecuencias establecidas. Se seleccionó una hoja específica de cada planta y se marcó con un marcador permanente para realizar mediciones continuas desde la base hasta el ápice de la hoja. Este procedimiento se lo hizo con la ayuda de un vernier o calibrador.
- **Ancho de la hoja:** los datos obtenidos se manejaron de acuerdo a las frecuencias mencionadas anteriormente; se seleccionó específicamente la segunda hoja de cada planta, evitando aquellas con imperfecciones como roturas, trozos o decoloraciones. El objetivo era obtener datos completos a lo largo de todo el experimento. Una vez identificada la hoja de interés, se procedió a marcarla con un marcador permanente, y se tomaron las mediciones en la parte más ancha de la misma.

- **Mortalidad:** La evaluación de esta variable se realizó a los 30, 60 y 90 días del experimento. Es importante destacar que, si se registra una mortalidad mínima, no se realizará un análisis estadístico. En esta variable se contabilizó las plantas necrosadas que se caracterizan por la presencia de células o tejidos vegetales muertos y/o colapsados.
- **Longitud de la raíz:** La medición de la longitud de las raíces se llevó a cabo exclusivamente a los 90 días del experimento. Este proceso incluyó la cuidadosa extracción de las raíces de sus fundas seguido de un lavado minucioso para garantizar la integridad de cada raíz. Posteriormente, las raíces fueron colocadas en un lugar visible y la medición se realizó desde el cuello de la raíz hasta la cofia utilizando un metro.
- **Peso de la raíz:** la obtención de datos sobre el peso de las raíces se llevó a cabo al finalizar el ensayo, específicamente a los 90 días. Para lo cual se utilizó una balanza gramera; se procedió a realizar las mediciones del peso respectivo obteniendo valores en gramos para cada raíz. Este paso final permitió cuantificar de manera precisa la masa de las raíces proporcionando información valiosa sobre el desarrollo y crecimiento de las plantas a lo largo del experimento.
- **Número de raíces:** la recopilación de datos se llevó a cabo al alcanzar los 90 días del experimento. Tras retirar las raíces de sus fundas y realizar un lavado cuidadoso, se procedió a la identificación de la raíz principal, seguida de las raíces secundarias y terciarias. No obstante, para simplificar el conteo, se decidió enfocar las raíces secundarias debido a su grosor y visibilidad, lo que facilitó una evaluación más precisa del número total de raíces en cada planta.
- **Costos de producción:** los costos de producción fueron recopilados al alcanzar los 90 días del experimento, tras la culminación de todas las fases. Luego de llevar a cabo la recolección exhaustiva y analizar detalladamente los materiales utilizados en la implementación del ensayo, se procedió a elaborar una tabla detallada, ajustada al área específica utilizada en el experimento. Esta tabla proporcionó una visión clara y completa de todos los gastos asociados con el ensayo, brindando así una base sólida para la evaluación económica de la producción.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Las variables dependientes de estudio fueron analizadas bajo condiciones controladas (invernadero) de la finca experimental San Francisco desde los 15 días de trasplante del tomate de árbol (*Solanum betaceum*) a los diferentes sustratos de estudio hasta los 90 días de desarrollo de la planta. Se utilizó RStudio para generar el análisis estadístico del Diseño completamente al azar (DCA).

Las variables analizadas cumplieron con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza por tal motivo se realizó el ANOVA y la prueba de Tukey al 5% de confianza.

4.1.1. Altura de la planta

En la Tabla 11 se resume el p-valor de la altura de la planta a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días de investigación considerando 9 grados de libertad.

Se obtuvo valores altamente significativos ($p < 0.05$) a los 15, 60, 75 y 90 días de tratamiento con un p-valor de 0.000409, 0.000385, 0.000121 y 0.00000123 respectivamente y un p-valor significativo de 0.0409 a los 45 días de tratamiento.

A los 15 días de tratamiento según la prueba de Tukey que se realizó para generar comparaciones entre los tratamientos se identificó 5 grupos que difieren entre sí, los mismos que se evidencia en la Tabla 11.

Tabla 11. ANOVA para altura de la planta

		15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
F.v.	GL	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor
Tratamientos	9	0.000409 ***	0.058	0.0409 *	0.000385 ***	0.000121 ***	1.23e-06 ***
Error	18						
Total	29						
C.V.		9.80	10.97	10.93	9.15	12.32	11.45
Media		5.27	7.51	9.19	10.20	12.59	14.25

En la Tabla 12 el primer grupo que se diferenció fue el T1 (S1: 30 % de compost + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río) junto con el Tratamiento 10 (tierra negra + micorriza) alcanzando una altura de planta de 6.39 y 6.22 cm respectivamente; y el quinto grupo que se diferenció fue el Tratamiento 6 (S2 + micorriza) que alcanzó un valor de 4.27 centímetros de altura de planta.

Tabla 12. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 15 días.

Tratamientos	T 1	T 10	T 3	T 2	T 4	T 5	T 9	T 7	T 8	T 6
Altura de la planta	6.39 (a)	6.22 (a)	5.92 (ab)	5.58 (abc)	5.23 (abc)	5.08 (abc)	4.97 (abc)	4.68 (bc)	4.42 (bc)	4.27 (c)

En la Figura 9 se representa grupos homogéneos de tratamientos según la altura de la planta que se obtuvo a los 15 días.

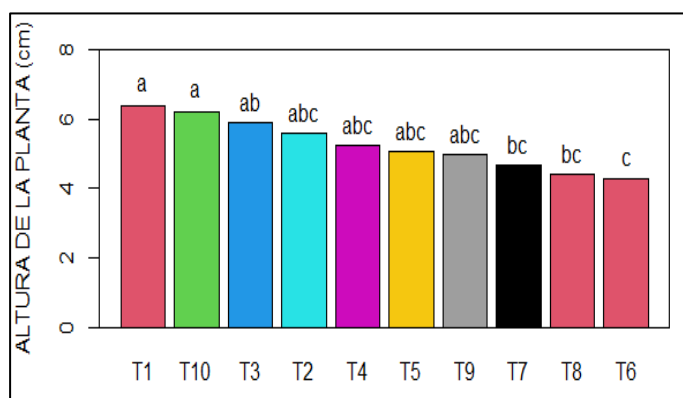


Figura 9. Altura de la planta a los 15 días.

En la Tabla 13 se presenta la altura de la planta a los 45 días de tratamiento en donde se generó una diferencia significativa entre 3 grupos.

El primer grupo que se diferenció fue el Tratamiento 1 (S1: 30 % de compost + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río) con una altura de la planta de 10.52 cm, el segundo grupo homogéneo conforman el Tratamiento 4, 10, 5, 2, 8, 3, 6 y 9 con similitud en su altura de planta y el último grupo que se identificó fue el Tratamiento 7 (S3 + micorriza) con una altura de 7.58 cm.

Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 45 días.

Tratamientos	T 1	T 4	T 10	T 5	T 2	T 8	T 3	T 6	T 9	T 7
Altura de la planta	10.52 (a)	10.33 (ab)	9.94 (ab)	9.36 (ab)	9.16 (ab)	9.14 (ab)	9.08 (ab)	8.74 (ab)	8.11 (ab)	7.58 (b)

En la Figura 10 se representa la homogeneidad entre tratamientos según la altura de la planta que se obtuvo a los 45 días. Obteniendo una diferencia significativa entre los grupos a (tratamiento 1), grupo ab (tratamiento 4, 10, 5, 2, 8, 3, 6, 9) y grupo b (tratamiento 7).

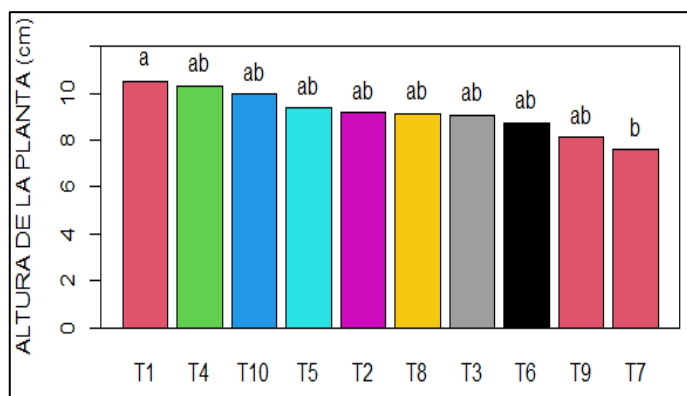


Figura 10. Altura de la planta a los 45 días.

En la tabla 14 la altura de la planta a los 60 días, obtuvo un mejor desarrollo con el Tratamiento 1 (S1: 30 % de compost + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 12.17 cm; el segundo tratamiento fue el T10 (tierra negra + micorriza), con un promedio de 11.69 cm y el tratamiento con menor desarrollo fue el T6 (vermicompost + micorriza), con un promedio de 7.81 cm

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 60 días.

Tratamientos	T 1	T 10	T 3	T 2	T 4	T 5	T 9	T 7	T 8	T 6
Altura de planta	12.17 (a)	11.69 (ab)	10.99 (abc)	10.91 (abc)	10.24 (abcd)	10.12 (abcd)	10.07 (abcd)	9.12 (bcd)	8.85 (cd)	7.81 (d)

En la Figura 11 se representa la homogeneidad entre tratamientos según la altura de la planta; obteniendo una diferencia significativa entre grupos, grupo a (T1), grupo ab (T10), grupo abc (T3, T2), grupo abcd (T4, T5, T9), grupo bdc (T7), grupo cd (T8) y por último grupo d (T6), dando como resultado 7 grupos en la tabla 14.

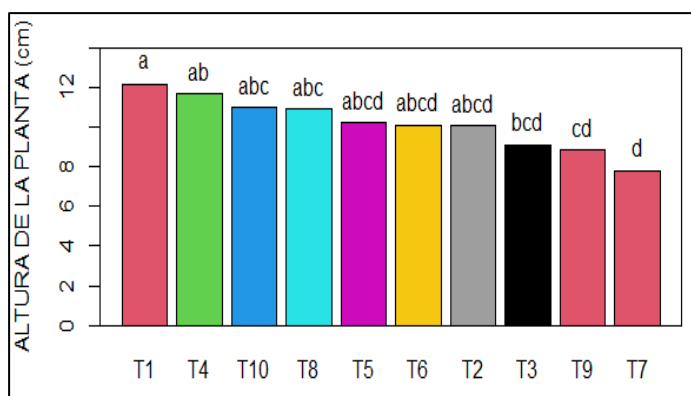


Figura 11. Altura de la planta a los 60 días.

En la tabla 15 en la prueba de Tukey al 5 % el T4 (S1: 30 Ferti – plus + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río) y el T8 (S1 + micorriza) a los 75 días de desarrollo obtuvo un promedio de 15.61 y 14.91 cm respectivamente; el tratamiento con menor altura de planta fue el con un promedio de 8.53 cm.

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 75 días.

Tratamientos	T 4	T 8	T 1	T 5	T 6	T 10	T 2	T 9	T 3	T 7
Altura de planta	15.61 (a)	14.91 (a)	14.20 (ab)	13.96 (ab)	13.28 (abc)	12.89 (abcd)	12.89 (abcd)	10.16 (bcd)	9.40 (cd)	8.53 (d)

El T7 (S3 + micorriza) en la Figura 12 se representa la homogeneidad entre tratamientos según la altura de la planta; obteniendo una diferencia significativa entre grupos, que se detallan a continuación; el grupo a esta conformado por los tratamientos (T4, T8), el grupo ab por (T1, T5), grupo abc por (T6), grupo abcd por (T10, T2), grupo bcd por (T9), grupo cd por (T3) y grupo d por (T7).

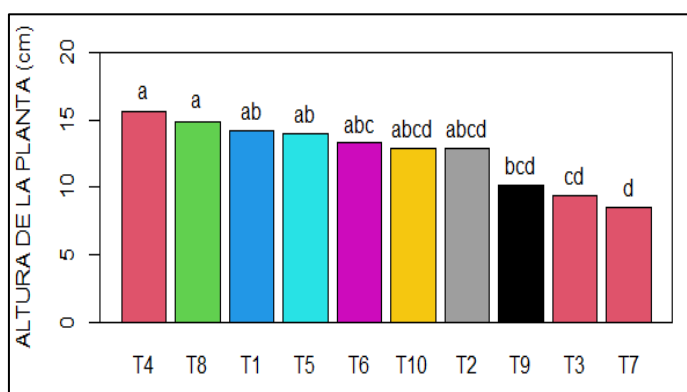


Figura 12. Altura de la planta a los 75 días.

La altura de la planta a los 90 días, destaca que el mejor tratamiento fue el T8 (S4 + micorriza), con un promedio de 19.16 cm; el segundo tratamiento fue el T4 (S4: 30 % Ferti-plus + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 18.83 cm y el peor tratamiento fue el T7 (S3 + micorriza), con un promedio de 8.66 cm

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para altura de la planta a los 90 días.

Tratamientos	T 8	T 4	T 1	T 10	T 5	T 6	T 2	T 9	T 3	T 7
Altura de la planta	19.16 (a)	18.83 (a)	16.02 (ab)	15.02 (ab)	14.67 (abc)	14.62 (abc)	14.07 (bc)	11.39 (bcd)	10.05 (cd)	8.66 (d)

En la Figura 13 se representa la homogeneidad entre tratamientos según la altura de la planta; obteniendo una diferencia significativa entre 7 grupos.

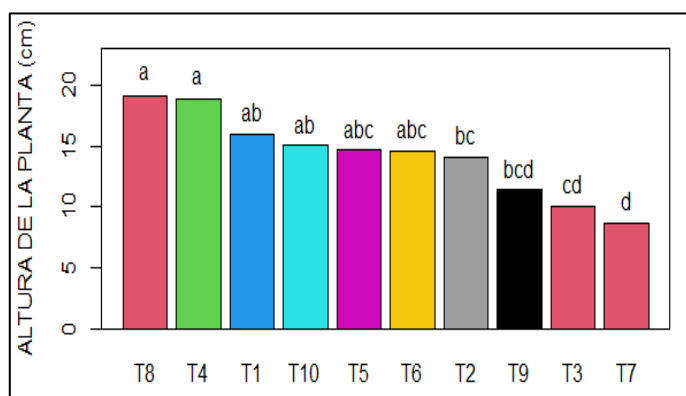


Figura 13. Altura de la planta a los 90 días.

4.1.2. Grosor del tallo

En la Tabla 17 se resume el p-valor del grosor de planta a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días de investigación considerando 9 grados de libertad con una media de 0.3053 a los 15 días y 0.7287 a los 90 días del ensayo.

Tabla 17. ANOVA para el grosor del tallo.

		15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
F.v.	GL	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor
Tratamientos	9	0.273	0.442	0.211	0.00143 **	1.85e-06 ***	3.66e-08 ***
Error	18						
Total	29						
C.V.		9.54	11.16	8.30	8.69	9.08	8.80
Media		0.3053	0.315	0.4317	0.4927	0.5893	0.7287

Se obtuvo valores altamente significativos a los 75 y 90 días de tratamiento con un p-valor de 1.85e-06 y 3.66e-08 respectivamente y un p-valor medianamente significativo de 0.00143 a los 60 días de tratamiento.

A los 60 días de tratamiento, de acuerdo a la prueba de Tukey que se realizó para generar comparaciones entre pares de grupos se identificó los grupos específicos que difieren entre sí y se obtuvo 5 diferenciaciones que se evidencia en la Tabla 17.

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para el grosor del tallo a los 60 días.

Tratamientos	T 4	T 8	T 1	T 6	T 5	T 10	T 2	T 7	T 3	T 9
Altura de planta	0.55 (a)	0.54 (ab)	0.54 (ab)	0.53 (abc)	0.51 (abc)	0.49 (abc)	0.49 (abc)	0.42 (abc)	0.42 (bc)	0.40 (c)

En la Tabla 18 el grosor del tallo a los 15 días, destaca que el mejor tratamiento fue el T4 (S4: 30 % Ferti-plus + 40 % tierra negra + 30 % arena de río), con un promedio de 0.55 cm; el segundo tratamiento fue el T8 (S4 + micorriza), con un promedio de 0.54 cm y el peor tratamiento fue el T9 (tierra negra), con un promedio de 0.40 cm

En la Figura 14 se representa la homogeneidad entre tratamientos según el grosor del tallo a los 15 días; obteniendo una diferencia significativa entre 4 grupos, que se detallan a continuación; grupo a (T4), grupo ab (T8 y T1), grupo abc (T6, T5, T10, T2, T7), grupo bd (T3) y finalmente grupo c (T9).

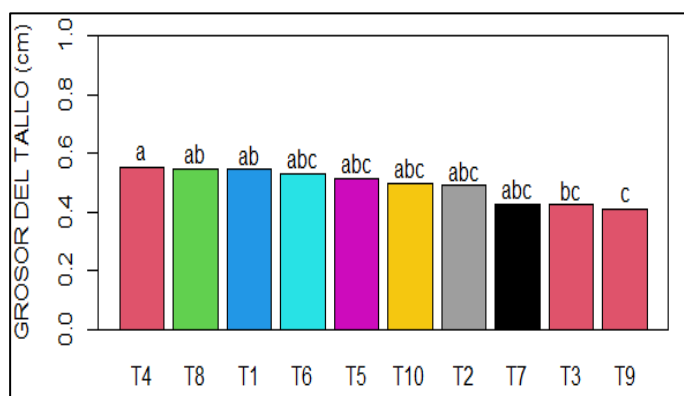


Figura 14. Grosor del tallo a los 60 días

Grosor del tallo a los 75 días, destaca que el mejor tratamiento fue el T4 (S4: 30 % Ferti-plus + 40 % tierra negra + 30 % arena de río), con un promedio de 0.72 cm; el segundo tratamiento fue el T8 (S4 + micorriza), con un promedio de 0.68 cm y el tratamiento

con menor rendimiento en el grosor del tallo a los 75 días fue el T7 (S3 + micorriza), con un promedio de 0.42 cm en la tabla 19.

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para el grosor del tallo a los 75 días.

Tratamientos	T 4	T 8	T 1	T 2	T 6	T 5	T 10	T 3	T 9	T 7
Altura de planta	0.72 (a)	0.68 (a)	0.68 (a)	0.63 (a)	0.63 (a)	0.62 (a)	0.59 (ab)	0.44 (bc)	0.44 (bc)	0.42 (c)

En la Figura 15 se representa la uniformidad entre tratamientos según el grosor del tallo a los 75 días; obteniendo una diferencia significativa entre 4 grupos, grupo a (T4, T8, T1, T2, T6, T5), grupo ab (T10), grupo bc (T3, T9) y grupo c (T7).

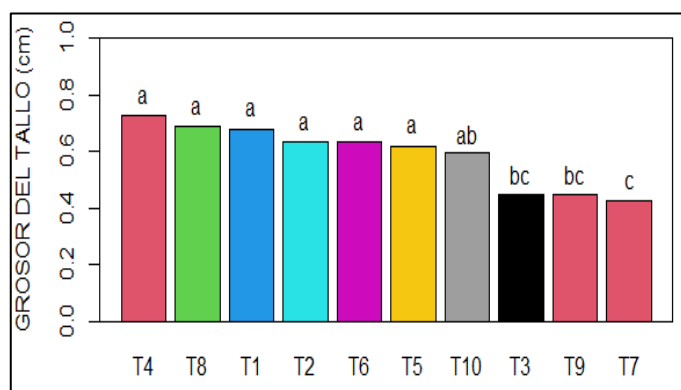


Figura 15. Grosor del tallo a los 75 días.

El grosor del tallo a los 90 días, destaca que el mejor tratamiento fue el T4 (S4: 30 % Ferti-plus + 40 % tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 0.96 cm; el segundo tratamiento fue el T8 (S4 + micorriza), con un promedio de 0.89 cm y tratamiento que obtuvo menor rendimiento a los 90 días fue el T7 (S3 + micorriza), con un promedio de 0.46 cm

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para el grosor del tallo a los 90 días.

Tratamientos	T 4	T 8	T 1	T 6	T 10	T 2	T 5	T 9	T 3	T 7
Grosor del tallo	0.96 (a)	0.89 (ab)	0.82 (ab)	0.80 (ab)	0.76 (b)	0.76 (b)	0.75 (bc)	0.57 (cd)	0.49 (d)	0.46 (d)

En la Figura 16 se representa la homogeneidad entre tratamientos según el grosor del tallo a los 90 días; obteniendo una diferencia significativa entre 6 grupos, grupo a (T4), grupo ab (T8, T1, T6), grupo b (T10, T2), grupo bc (T5), grupo cd (T9) y el grupo que menos grosor del tallo presento fue el grupo d (T3 y T7).

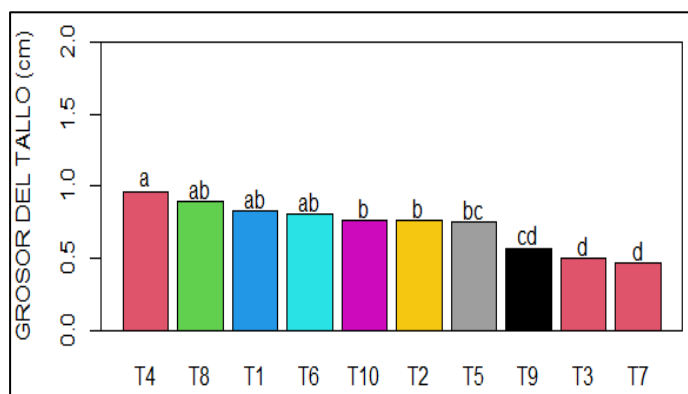


Figura 16. Grosor del tallo a los 90 días.

4.1.3. Número de hojas

En la Tabla 21 se resume el p-valor de la altura de planta a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días de investigación considerando 9 grados de libertad.

Tabla 21. ANOVA para el número de hojas.

		15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
F.v.	GL	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor
Tratamientos	9	0.434	0.00174 **	0.0741	0.000582 ***	3.35e-05 ***	3.66e-08 ***
Error	18						
Total	29						
C.V.		10.90	5.96	7.53	7.24	7.87	8.80
Media		4.733	5.3	5.933	6.667	7.333	8.033

Se obtuvo valores altamente significativos a los 60, 75 y 90 días de tratamiento con un p-valor de 0.000582, 3.35e-05 y 3.66e-08 respectivamente y un p-valor medianamente significativo de 0.00174 a los 30 días de tratamiento.

A los 30 días de tratamiento, de acuerdo a la prueba de Tukey que se realizó para generar comparaciones post hoc entre pares de grupos se identificó los grupos específicos que difieren entre sí y se obtuvo 3 diferenciaciones que se evidencia en la Tabla 22.

En el número de hojas, destaca que el mejor tratamiento fue el T1 (S1: 30 % compost + 40 % tierra negra + 30 % arena de río), con un promedio de 6 hojas; el segundo tratamiento fue el T10 (tierra negra + micorriza), con un promedio de 5.66 hojas y el tratamiento que no tuvo un buen rendimiento fue el T8 (S4 + micorriza), con un promedio de 5 hojas.

Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 30 días.

Tratamientos	T1	T10	T3	T9	T2	T4	T5	T6	T7	T8
Número de hojas	6 (a)	5.66 (ab)	5.66 (ab)	5.66 (ab)	5 (b)	5 (b)	5 (b)	5 (b)	5 (b)	5 (b)

En la Figura 17 se representa la uniformidad entre tratamientos según el número de hojas a los 30 días; obteniendo una diferencia significativa entre 3 grupos, grupo a (T1), grupo ab (T10, T3, T9) y grupo b (T2, T4, T5, T6, T7, T8) son los grupos que se encuentran en una similitud entre el número de hojas que han presentado a los 30 días.

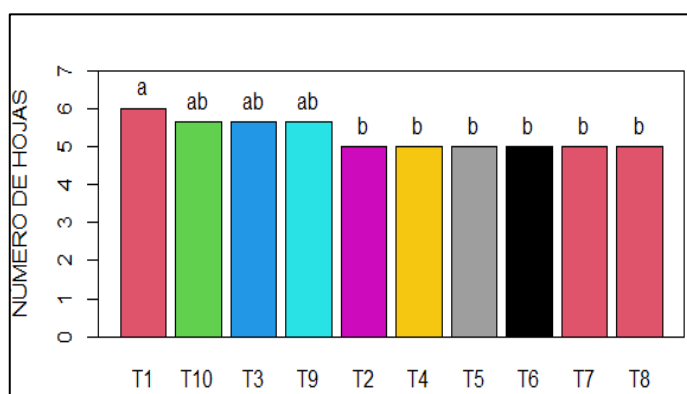


Figura 17. Número de hojas a los 30 días.

En el número de hojas, destaca que el mejor tratamiento fue el T1 (S1: 30 % de compost + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 6.66 hojas; el segundo tratamiento fue el T10 (100 % tierra negra + micorriza), con un promedio de 6.33 hojas y el peor tratamiento fue el T7 (S3 + micorriza), con un promedio de 5.33 hojas.

Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 45 días.

Tratamientos	T1	T10	T3	T4	T6	T8	T2	T5	T9	T7
Número de hojas	6.66 (a)	6.33 (ab)	6 (ab)	6 (ab)	6 (ab)	6 (ab)	5.66 (ab)	5.66 (ab)	5.66 (ab)	5.33 (b)

En la Figura 18 se representa la homogeneidad entre tratamientos según el número de hojas a los 45 días; obteniendo una diferencia significativa entre 3 grupos, grupo (a) T1; grupo (ab) T10, T3, T4, T6, T8, T2, T5, T9 y grupo (b) T7.

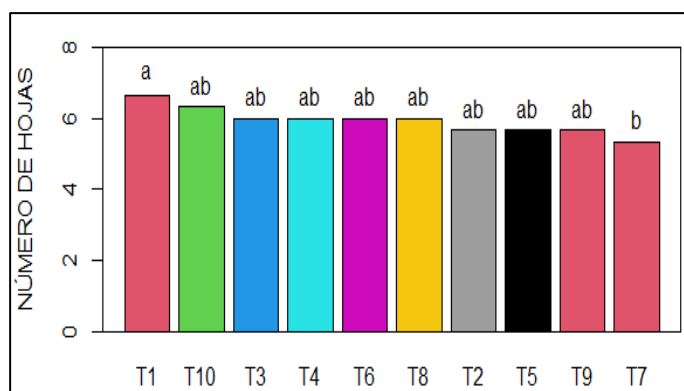


Figura 18. Número de hojas a los 45 días.

En el número de hojas, destaca que el mejor tratamiento fue el T1 (S1: 30 % de compost + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 7.33 hojas; el segundo tratamiento fue el T5 (S1 + micorriza), con un promedio de 7 hojas y el peor tratamiento fue el T7 (S3 + micorriza), con un promedio de 5.33 hojas.

Tabla 24. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 60 días.

Tratamientos	T1	T2	T5	T6	T8	T10	T4	T9	T3	T7
Número de hojas	7.33 (a)	7.33 (a)	7 (ab)	7 (ab)	7 (ab)	6.66 (abc)	6.66 (abc)	6.66 (abc)	5.66 (bc)	5.33 (c)

En la Figura 19 se representa la homogeneidad entre tratamientos según el número de hojas a los 60 días; obteniendo una diferencia significativa entre 5 grupos, grupo (a) T1, T2; grupo (ab) T5, T6, T8; grupo (abc) T10, T4, T9; grupo (bc) T3 y grupo (c) T7.

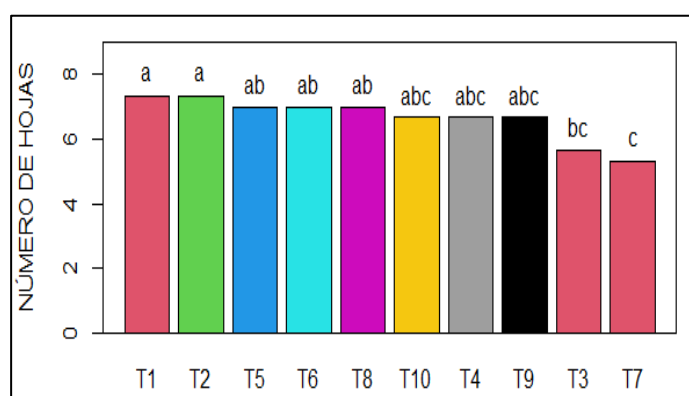


Figura 19. Número de hojas a los 60 días.

En la Tabla 25 en la prueba de Tukey al 5% número de hojas a los 75 días, destaca que el mejor tratamiento fue el T4 (S4: 30 % Ferti-plus + 40 % de tierra negra + 30 % de

arena de río), con un promedio de 8 hojas y el peor tratamiento fue el T3 (S3: 30 % de turba + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 5.33 hojas.

Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 75 días.

Tratamientos	T 4	T 6	T 8	T 1	T 10	T 2	T 5	T 9	T 7	T 3
Número de hojas	8 (a)	8 (a)	8 (a)	7.66 (a)	7.66 (a)	7.66 (a)	7.66 (a)	7.66 (a)	5.66 (b)	5.33 (b)

En la Figura 20 se representa la homogeneidad entre tratamientos según el número de hojas a los 75 días; obteniendo una diferencia significativa entre 2 grupos, grupo (a) T4, T6, T8, T1, T10, T2, T5, T9 y grupo (b) T7, T3.

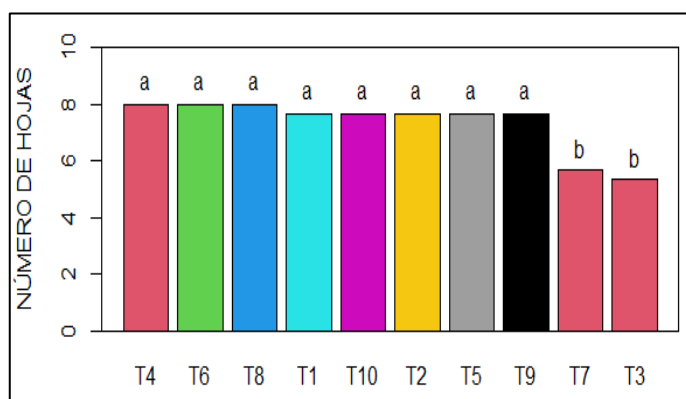


Figura 20. Número de hojas a los 75 días

En la tabla 26, en la prueba de Tukey al 5% en el número de hojas a los 75 días, destaca que el mejor tratamiento fue el T4 (S4: 30 % de Ferti-plus + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 9 hojas; el segundo tratamiento fue el T9 (100 % tierra negra), con un promedio de 8 hojas y el peor tratamiento fue el T3 (S3: 30% de turba + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 5.66 hojas.

Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para el número de hojas a los 90 días.

Tratamientos	T 4	T 6	T 8	T 1	T 10	T 2	T 5	T 9	T 7	T 3
Número de hojas	9 (a)	9 (a)	8.66 (a)	8.66 (a)	8.66 (a)	8.33 (a)	8.33 (a)	8 (ab)	6 (bc)	5.66 (c)

En la Figura 21 se representa la homogeneidad entre tratamientos según el número de hojas a los 90 días; obteniendo una diferencia significativa entre 4 grupos, grupo (a) T4, T6, T5, T8, T9, T10, T2; grupo (ab) T1, grupo (bc) T3 y grupo (c) T7.

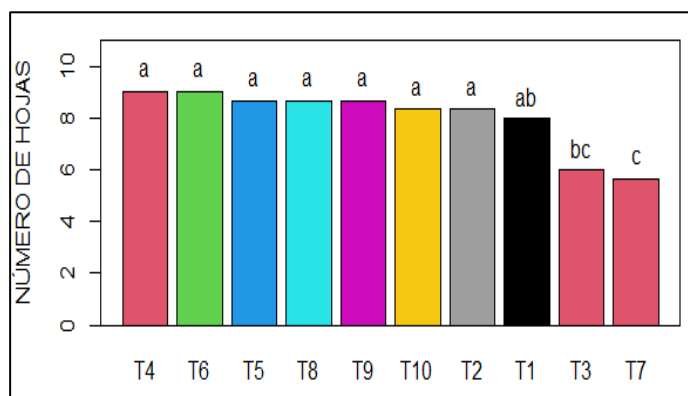


Figura 21. Número de hojas a los 90 días.

4.1.4. Longitud de las hojas

Tabla 27. ANOVA para la longitud de las hojas.

		15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
F.v.	GL	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor
Tratamientos	9	0.464	0.394	0.32	0.129	0.172	0.137
Error	18						
Total	29						
C.V.		6.19	7.88	9.60	9	8.80	9.58
Media		5.422	6.383	7.212	7.645	7.863	8.242

En la longitud de hojas a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días no hubo diferencia significativa, entre los tratamientos, al finalizar el experimento se obtuvo una media de 5.422 a los 15 días y 8.242 a los 90 días.

4.1.5. Ancho de las hojas

Tabla 28. ANOVA para el ancho de las hojas.

		15 días	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
F.v.	GL	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor	P- valor
Tratamientos	9	0.295	0.064	0.101	0.0807	0.0949	0.0766
Error	18						
Total	29						
C.V.		7.06	8.31	9.79	10.12	10.15	10.53
Media		3.743	4.286	5.178	5.437	5.633	5.936

En el ancho de las hojas a los 15, 30, 45, 60, 75 y 90 no hubo diferencia significativa entre los tratamientos y al finalizar el experimento se obtuvo una media de 3.743 a los 15 días y 5.936 a los 90 días.

4.1.6. Longitud de la raíz

De acuerdo al análisis de varianza que se realizó de la longitud de la raíz; dato que fue recolectado a los 90 días, una vez culminado el ensayo tienen una diferencia medianamente significativa entre los tratamientos con un p-valor de 0.00141 y una media de 35.76

Tabla 29. ANOVA para la longitud de la raíz.

90 días		
F.v.	GL	P- valor
Tratamientos	9	0.00141 **
Error	18	
Total	29	
C.V.		6.82
Media		35.76

La longitud de la raíz; dato obtenido a los 90 días después de haber culminado el ensayo, destaca que el mejor tratamiento fue el T1 (\$1: 30 % de compost + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 39.45; el segundo tratamiento fue el T10 (100 % tierra negra + micorriza), con un promedio de 39.39 y el peor tratamiento fue el T8 (\$4 + micorriza), con un promedio de 29.22

Tabla 30. Prueba de Tukey al 5% para la longitud de la raíz a los 90 días.

Tratamientos	T 1	T 10	T 9	T 3	T 2	T 6	T 4	T 7	T 5	T 8
Longitud de la raíz	39.45 (a)	39.39 (a)	39.16 (a)	36.79 (a)	35.37 (ab)	34.79 (ab)	34.58 (ab)	34.41 (ab)	34.39 (ab)	29.22 (b)

En la Figura 22 se representa la homogeneidad entre tratamientos según la longitud de la raíz; dato que se obtuvo a los 90 días, una vez culminado el ensayo. Obteniendo una diferencia significativa entre 3 grupos, grupo (a) T1, T10, T9, T3; grupo (ab) T2, T6, T4, T7, T5 y grupo (b) T8.

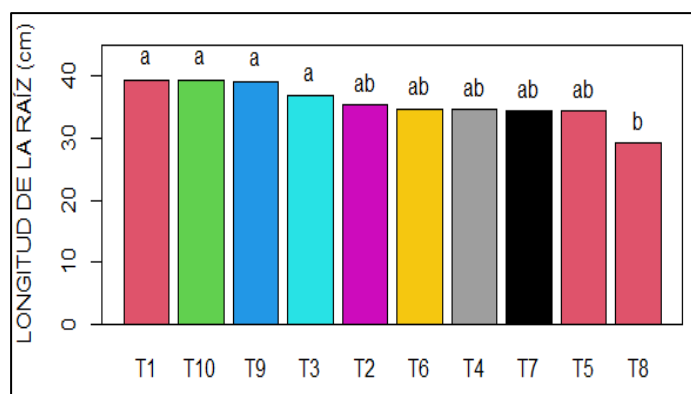


Figura 22. Longitud de la raíz a los 90 días.

4.1.7. Número de raíces secundarias

De acuerdo al análisis de varianza que se realizó de la variable número de raíces secundarias, dato que fue recolectado a los 90 días una vez culminado el ensayo tienen una diferencia significativa entre tratamientos con un p-valor de 0.0186 y una media de 16.71

Tabla 31. ANOVA para el número de raíces secundarias a los 90 días.

90 días		
F.v.	GL	P- valor
Tratamientos	9	0.0186 *
Error	18	
Total	29	
C.V.		15.96
Media		16.71

El número de raíces secundarias obtenido a los 90 días después de haber culminado el ensayo, destaca que el mejor tratamiento fue el T1 (S1: 30% de compost + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 20.50; el segundo tratamiento fue el T5 (S1 + micorriza), con un promedio de 19.39 y el tratamiento con el menor número de raíces secundarias fue el T3 (S3: 30 % de turba + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 12.77

Tabla 32. Prueba de Tukey al 5% para el número de raíces secundarias a los 90 días.

Tratamientos	T 1	T 5	T 8	T 6	T 4	T 2	T 10	T 7	T 9	T 3
Número de raíces secundarias	20.50 (a)	19.39 (a)	19.33 (a)	18.33 (a)	17.66 (ab)	15.27 (ab)	15.22 (ab)	15.16 (ab)	13.44 (ab)	12.77 (b)

En la Figura 23 se representa la homogeneidad entre tratamientos según el número de raíces secundarias que se obtuvo a los 90 días, una vez culminado el ensayo. Obteniendo una diferencia significativa entre 3 grupos, grupo (a) T1, T5, T8, T6; grupo (ab) T4, T2, T10, T7, T9 y grupo (b) T3.

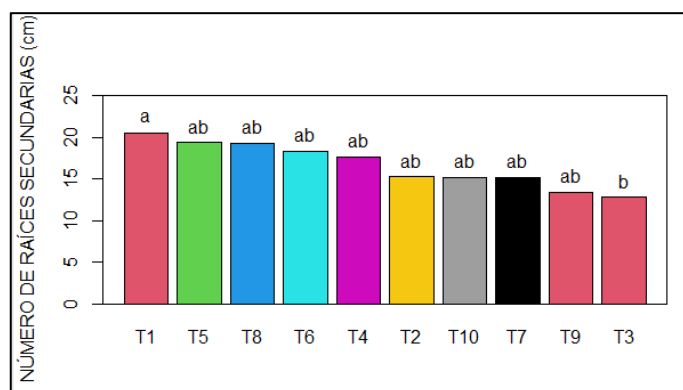


Figura 23. Número de raíces secundarias a los 90 días.

4.1.8. Peso de la raíz

De acuerdo al análisis de varianza que se realizó de los datos del peso de la raíz que fueron recolectados a los 90 días, una vez culminado el ensayo tienen una diferencia altamente significativa entre los tratamientos con un p-valor de 4.82e-06 y una media de 20.66

Tabla 33. ANOVA para el peso de la raíz a los 90 días.

90 días		
F.v.	GL	P- valor
Tratamientos	9	4.82e-06 ***
Error	18	
Total	29	
C.V.		24.30
Media		20.66

El peso de la raíz obtenido a los 90 días después de haber culminado el ensayo, destaca que el mejor tratamiento fue el T4 (S4: 30 % de Ferti-plus + 40% de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 35.27 gr. El segundo tratamiento fue el T8 (S4 + micorriza), con un promedio de 32.75 gr. Y el tratamiento con menor resultado en la variable peso de la raíz fue el T3 (S3: 30 % de turba + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), con un promedio de 5.79 gr

Tabla 34. Prueba de Tukey al 5% para el peso de la raíz a los 90 días.

Tratamientos	T 4	T 8	T 1	T 5	T 6	T 10	T 2	T 9	T 7	T 3
Peso de la raíz	35.27 (a)	32.75 (ab)	26.20 (abc)	24.94 (abc)	20.91 (abcd)	20.65 (bcd)	18.64 (bcde)	13.35 (cde)	8.06 (de)	5.79 (e)

En la Figura 24 se representa la homogeneidad entre tratamientos según el peso de la raíz que se obtuvo a los 90 días, una vez culminado el ensayo. Obteniendo una diferencia significativa entre 9 grupos, grupo (a) T4, grupo (ab) T8, grupo (abc) T1, T5; grupo (abcd) T6, grupo (bcd) T10, grupo (bcde) T2, grupo (cde) T9, grupo (de) T7 y grupo (e) T3.

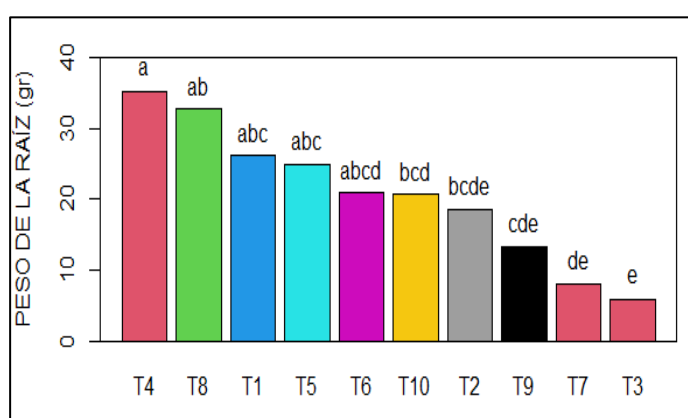


Figura 24. Peso de la raíz a los 90 días.

4.1.9. Costos de producción

En el Anexo 3 se detalla el costo estimado de producción de 416.60 dólares para un lote de 720 plantas en 114 m² el costo de producción para cada tratamiento fue de:

Tabla 35 Costos por sustrato

Compost	371.60
Micorriza	368.60
Ferti – plus	369.60
Vermicompost	371.60
Turba	363.60

En donde se identificó que el mejor tratamiento es a base de turba, pero este no genera ningún tipo de beneficio a la planta, a diferencia del ferti -plus que su costo de producción es de 369.60 obteniendo en la planta variables significativas a diferencia de cualquier otro tratamiento.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Relación de los sustratos con la variable altura de la planta.

El tratamiento T1 (S1: 30% de compost + 40% de tierra negra + 30 % de arena de río) presentó mayor altura de la planta a los 15, 45 y 60 días. En base al Anexo 7. el compost aporta N (0.58), P (0.24), K (0.41), Ca (0.63), Mg (0.24) g/ml y materia orgánica en un porcentaje de 17.29 que intervienen en el desarrollo de la planta. Según (Mezo, 2020) el compost garantiza a las plantas una reserva de nutrientes, promoviendo la absorción y retención de agua, facilitando la circulación del aire y evitando cambios bruscos tanto en temperatura como en humedad. El suelo o (tierra negra) aporta nitrógeno, fósforo y potasio permitiendo que penetren las raíces; la arena de río presenta buena retención de agua, pero baja aireación (Vargas Vera, 2019).

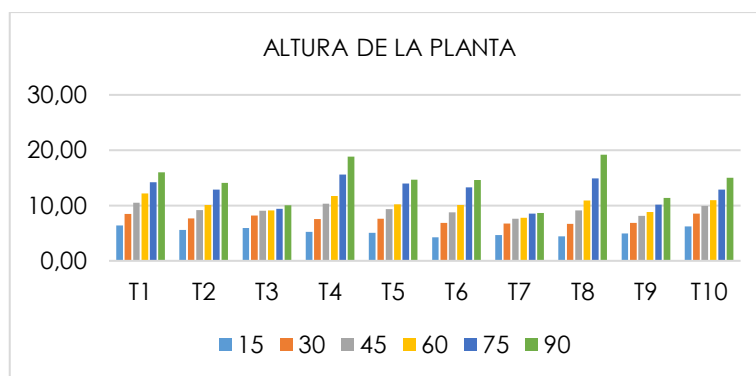


Figura 25. Altura de la planta.

Sin embargo, una vez transcurrido ese tiempo el tratamiento T4 (S4: 30% de Ferti-plus + 40% de tierra negra + 30% de arena de río) obtuvo un desarrollo de 18.83 y tratamiento T8 (S4 + micorriza) genero mayor desarrollo a los 90 días de 19.16 cm. Según ALL.BIZ, (2023) EL Ferti-plus aporta N (3.22), P (2.03), K (1.85), Na (0.24), Ca (7.95) Mg (0.64), Zn (427.65) y retiene la humedad en un 22.11 %, de esta manera contribuye a la planta a asimilar mejor los nutrientes del tierra negra, fija el nitrógeno gracias a los microorganismos benéficos que ayudan a la descomposición de la materia orgánica, incrementa la capacidad de retención de humedad, evitando así la compactación del mismo, es decir, incrementa la asimilación de los nutrientes presentes en el tierra negra activando los microorganismos benéficos que actúan en la descomposición de materia orgánica favoreciendo los procesos de mineralización y fijación del nitrógeno.

En la investigación de (Padilla Tapia, 2013) "Evaluación de sustratos para la obtención de plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) con la utilización de bandejas" el mejor tratamiento fue (80% turba rubia + 20 % turba negra) obteniendo buenos resultados en la altura de la planta, número de hojas, largo de la raíz y volumen de la raíz a los 15, 30 y 45 días después del trasplante. Sin embargo, en lo que confiere la presente investigación, el T3 (S3: 30 % turba + 40 % tierra negra + 30 % arena de río) y T7 (S3 + micorriza) son los tratamientos menos eficientes debido a que la turba posee un déficit de nutrientes tales como: nitrógeno, zinc, magnesio y boro, de acuerdo al ANEXO 8. Según (ALTERNATIVA ECOLÓGICA, 2017) la turba es hecha a base de aserrín molido procedente de escombros de pino o eucalipto, por tal razón, eliminan taninos que es toxico para los cultivos.

4.2.2. Relación de los sustratos con la variable número de hojas

En la investigación de (Vargas Vera, 2019) "Germinación y crecimiento de plántulas de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) variedad amarillo utilizando el compost, humus de lombriz y arena de río Vilcabamba – Grau" el mejor tratamiento fue (100 % compost) en número de hojas por planta de 7.56; Pero, en la presente investigación el T1 (S1: 30 % de compost + 40 % tierra negra + 30 % de arena de río) obtuvo un mayor número de hojas a los 30 días con un promedio de 6 hojas por planta, 45 días con un promedio de 6.66 y 60 días con un promedio de 7.33 hojas por planta respectivamente.

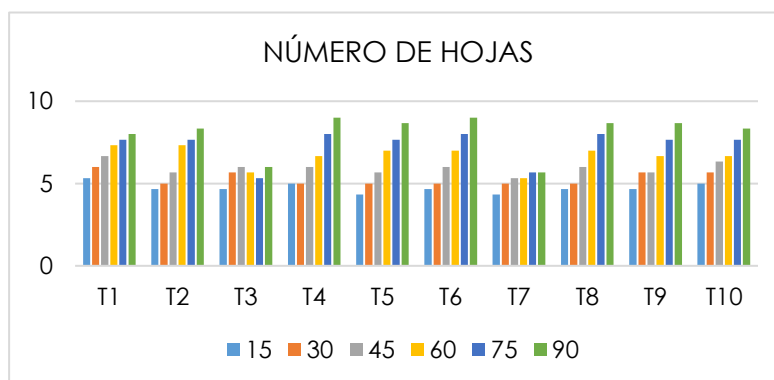


Figura 26. Número de hojas.

Según (Mezo, 2020) el compost garantiza a las plantas una reserva de nutrientes, promueve la absorción y retención de nutrientes, facilita la circulación del aire, aportando N en un porcentaje de 1.4 %, carbono nitrógeno 20.6 %, fósforo 1.8 % y manganeso 260 ppm. Pero una vez transcurrido ese tiempo el T4 (S4: 30 % Ferti-plus +

40 % tierra negra + 30 % de arena de río) a los 75 días ha obtenido un promedio de 8 hojas por planta y a los 90 días 9 hojas por planta respectivamente, según (ALL.BIZ, 2023) el Ferti-plus es un abono orgánico que ayuda al intercambio catiónico en el suelo, mejorando la absorción de nutrientes haciéndolos más asimilables por las plantas.

4.2.3. Relación de los sustratos con la variable grosor de tallo

En la investigación (Vargas Vera, 2019) el mejor tratamiento fue (100 % humus de lombriz) dando como resultado un mayor diámetro de tallo en plántulas de tomate de árbol con un valor de 5.66 cm y mayor altura de planta con un valor de 20.93 cm. No obstante, en la presente investigación se obtuvo que el mejor tratamiento fue el T4 (S4: 30 % de Ferti-plus + 40 % tierra negra + 30 % arena de río) en el grosor del tallo a los 60 días de 0.55 cm, a los 75 días con un valor de 0.72 cm y a los 90 días un valor de 0.96 cm. Confirmando que el Ferti-plus es un bioestimulante que ayuda a asimilar los nutrientes de los sustratos orgánicos para el desarrollo o crecimiento de la planta.

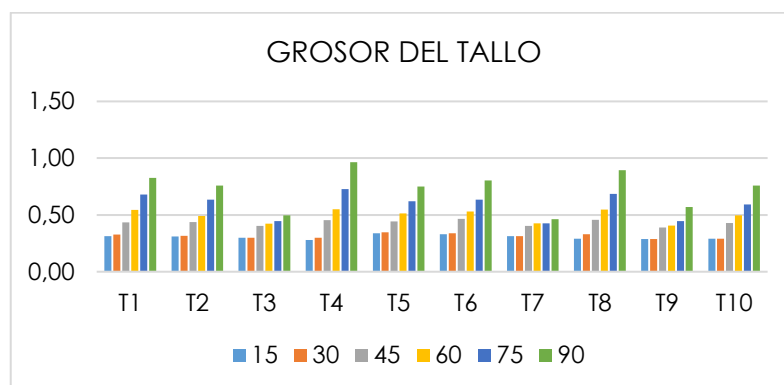


Figura 27. Grosor del tallo

La tasa de mortalidad es nula debido a que no se observó muertes dentro del ensayo experimental durante los 3 meses de observación de los tratamientos, debido a que los sustratos no fueron nocivos para las plantas de tomate de árbol.

Longitud de las hojas y ancho de las hojas, estas variables no mostraron ninguna relación significativa, una vez hecho los análisis no hubo diferencias estadísticas de acuerdo a los datos analizados.

4.2.4. Relación de los sustratos con las variables longitud de la raíz y número de raíces secundarias.

Las variables longitud de la raíz y número de raíces secundarias en la presente investigación el mejor tratamiento fue T1 (S1: 30 % de compost + 40 % de tierra negra

+ 30 % de arena de río), no se encontró datos sobre dichas variables por lo que no se pudo comparar los resultados con otras investigaciones similares; analizando nuestros resultados en relación a la longitud de la raíz dato que fue tomado al finalizar el ensayo, exactamente a los 90 días obteniendo un coeficiente de variación de 6.82, una media de 35.76 y mostrando el mejor tratamiento T1 con una longitud de raíz en centímetros de 39.45 Sin embargo de acuerdo a la variable número de raíces secundarias presentó un coeficiente de variación de 15.96, una media de 16.71 y número de raíces secundarias con un valor de 20.50

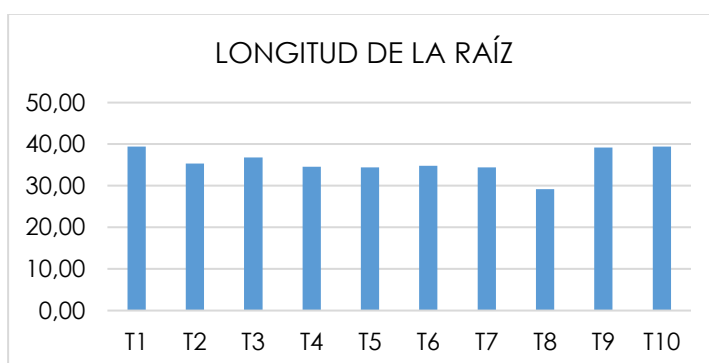


Figura 28. Longitud de la raíz

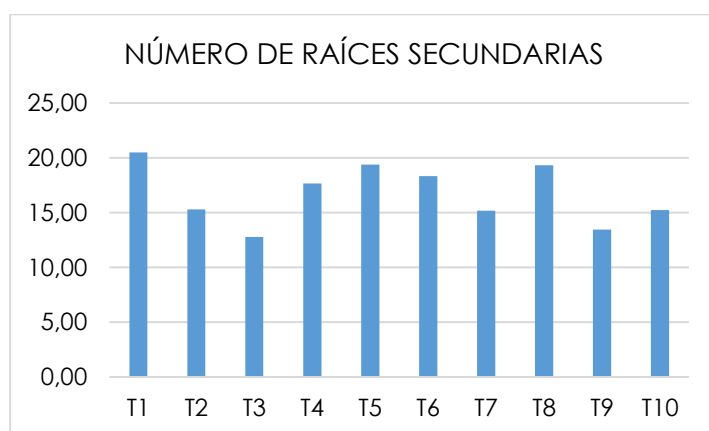


Figura 29. Número de raíces secundarias

4.2.5. Relación de los sustratos con la variable peso de la raíz.

En la presente investigación la variable peso de la raíz el mejor tratamiento fue T4 (S4: 30 % Ferti-plus + 40 % de tierra negra + 30 % arena de río) según (ALL.BIZ, 2023) el Ferti plus es un abono orgánico que posee materia orgánica y nutrientes que son benéficos para los cultivos, como: nitrógeno en 3.22 %, fósforo 2.03 %, potasio 1.85 %, sodio 0.24 %, calcio 7.95 %, magnesio 0.64 % y zinc 427.65 % de esta manera el Ferti – plus es un bioestimulante que sirve para realizar el intercambio entre la materia orgánica y los distintos nutrientes para luego ser absorbidos por la planta hasta su

etapa de desarrollo. De esta manera la variable peso de la raíz fue tomada a los 90 días, una vez concluido el ensayo y su coeficiente de variación fue de 24.30, con una media de 20.66 el mejor tratamiento es el T4 (S4: 30 % de Ferti-plus + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río) con un peso de 35.27 gramos.

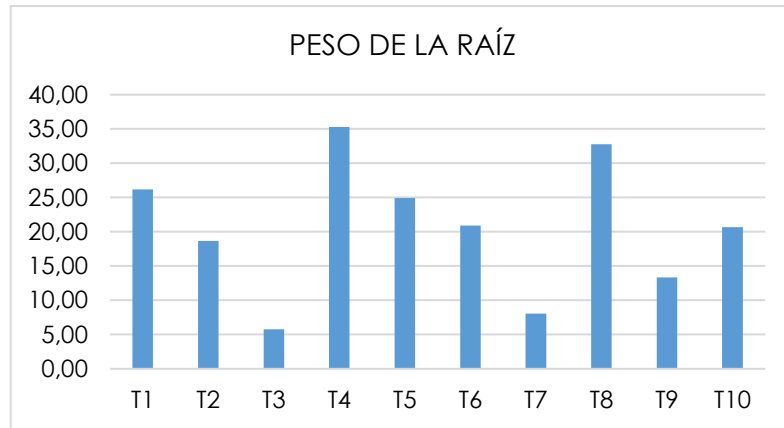


Figura 30. Peso de la raíz

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se identificó que el sustrato ferti – plus proporciona mayor altura (19.16 cm), grosor de tallo (0.98 cm), número de hojas (9 hojas por planta) y peso de la raíz (35,27 gr) en la planta de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) hasta la etapa de trasplante a campo.
- El mejor tratamiento para promover el desarrollo en las plantas de tomate de árbol bajo condiciones de invernadero fue el tratamiento T4 (S4: 30 % de Ferti-plus + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río), seguido por el T1 (S1: 30 % de compost + 40 % de tierra negra + 30 % de arena de río).
- Se determinó que el costo de producción del aserrín molido T3 (S3: 30% de turba + 40% de tierra negra + 30% de arena de río) fue de \$363.60 seguido por el sustrato ferti-plus T4 (S4: 30% de ferti-plus + 40% de suelo + 30% de arena de río) con un valor de \$369.60 el cual destacó en todas las variables de estudio y también en el análisis costo/beneficio.
- Los sustratos enriquecidos con micorrizas no generaron efectos positivos con la adición de micorrizas.

5.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar sustratos y micorrizas que tengan un sello de garantía que garantice su composición nutricional.
- Utilizar sustratos de 30% de ferti-plus + 40% de tierra negra + 30 % de arena de río en la producción del tomate de árbol.
- No utilizar aserrín molido, ya que se obtiene de árboles como el eucalipto y el pino, los cuales contienen taninos, que son tóxicos para las plantas.
- Desinfectar la arena de río para evitar el crecimiento de malezas y patógenos que perjudiquen el desarrollo de la planta.
- Utilizar fundas grandes para evitar el enrollamiento de la raíz.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALL.BIZ. (2023). Obtenido de Fertiplus abono, 100% organico: <https://ec.all.biz/fertiplus-abono-100-organico-g12404>
- Alvia Plaza, A. (2022). Análisis del crecimiento inicial en condiciones de vivero de *Ochroma pyramidale* y *Gmelina arborea* utilizando tres tipos de sustratos. trabajo de titulación modalidad proyecto de investigación. universidad estatal del sur de manabí, Jipijapa - Manabí.
- Ambiente, M. d. (2018). Sinergias entre degradación de la tierra y cambio climático en los paisajes agrarios del Ecuador. Proyecto mecanismo mundial Ecuador "Integrado financiamiento de cambio climático en estrategias de inversión de Manejo Sostenible de la Tierra". Ministerio del Ambiente.
- Cangás Chulde , C. A. (2019). "Eficacia de la aplicación de fitohormonas y fosfitos, en el cuajado, rendimiento y calidad del fruto, en el cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav), Cantón Montúfar.". Trabajo de titulación previa la obtención del Título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán.
- Cuesta Onofre, J. J. (2023). Problemas del tierra negra por el uso excesivo de productos químicos en la agricultura del Ecuador. Trabajo de titulación. Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo - Los Ríos.
- Díaz Reina, D. D. (2022). "Evaluación de abonos orgánicos y micorrizas sobre el rendimiento de cultivo de apio (*Apium graveolens*) en el municipio de Ipiales". trabajo de titulación previa la obtención del Título de Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario. Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- FAO, E. E. (2018). Condiciones climáticas y la actividad humana impactan en la degradación de la tierra, comprometiendo la seguridad alimentaria. FAO en Ecuador. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

- Flores, M. C. (2018). "Respuesta a la salinidad de plantas de *Capsicum annum* L. inoculadas con *Bacillus subtilis* y hongos micorrícicos arbusculares". Trabajo Final de carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de la Plata.
- González Ulibarry, P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Asesoría Técnica Parlamentaria. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN, Chile.
- Marcial Acosta, L. R. (2022). "Determinación del desarrollo del fruto en los cultivares establecidos de tomate de árbol (*Solanum betaceum* cav.)". Trabajo de Integración Curricular. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Mezo, B. (2020). Manual Básico para hacer Compost. Manual Básico para hacer Compost. Amigos de la Tierra.
- Moreno Miranda, C., Molina, J. I., Ortiz, J., Peñafiel, C., & Moreno, R. (2020). Agronomía Mesoamericana. Obtenido de Cadena de valor en la red de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en Ecuador: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v31n1/2215-3608-am-31-01-00013.pdf>
- Núcleo Ambiental S.A.S. (2015). Manual Tomate de árbol. Tomate de árbol. Cámara de comercio de Bogotá, Bogotá.
- ONU, P. p. (2022). Efectos de plaguicidas y fertilizantes sobre el medio ambiente y la salud y formas de reducirlos. Resumen para encargados de la formulación de políticas. ONU.
- Padilla Tapia, V. I. (2013). Evaluación de sustratos para la obtención de plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) con la utilización de bandejas. Evaluación de sustratos para la obtención de plantas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) con la utilización de bandejas. Universidad Técnica de Ambato, Cevallos - Ecuador.
- Parada Santamaría, F. Á. (2023). Revista Aquaciencia. La estrecha amistad entre los hongos y los bosques de manglar. Escuela de Biología, El Salvador.
- PortalFrutícola.com. (24 de diciembre de 2019). Obtenido de Qué es la tierra negra y cuáles son sus usos: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/12/24/que-es-la-tierra-negra-y-cuales-son-sus-usos/>

- Remache Villacís, P. A. (2022). Evaluación de dosis y frecuencia en aplicación de ecoabonaza en forma líquida en el crecimiento del cultivo de Tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) en la terraza de banco en el Campus Salache, Latacunga, Cotopaxi 2022. Tesis - Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga.
- Tualombo Toalombo, P. R. (2019). Crecimiento y supervivencia de plántulas de *Cedrela odorata* L. (Cedro) en dos sustratos, en el vivero de la Universidad Estatal Amazónica. Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental. Escuela de Ingeniería Ambiental, Pastaza.
- Vargas Vera, J. C. (2019). "Germinación y crecimiento de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) variedad amarillo, utilizando el compost, humus de lombriz y arena de río Vilcabamba - Grau". "Germinación y crecimiento de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) variedad amarillo, utilizando el compost, humus de lombriz y arena de río Vilcabamba - Grau". Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Vilcabamba - Perú.
- Verdugo Arranz, C. (2022). Micorrizas aplicadas en agricultura: una alternativa. Grado en Ciencias Ambientales. Universidad de León.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Acta de la sustentación de Predefensa del TIC



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDEFENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ESTUDIANTE:	BENAVIDES VILLOTA AMANDA YADIRA	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0402087795
PERIODO ACADÉMICO:	2024 A		
PRESIDENTE TRIBUNAL	MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER	DOCENTE TUTOR:	MSC. CORONEL MONTESDEOCA NATALY TATIANA
DOCENTE:	MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO		
TEMA DEL TIC:	Evaluación de sustratos enriquecidos con micorizas para la producción de plantas de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) en el centro experimental San Francisco*		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	7,50	
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7,50	Argumentar la composición y procedencia de la Turba.
3	METODOLOGÍA	7,50	Detallar la obtención y composición de insumos.
4	RESULTADOS	7,50	Revisar los resultados de las pruebas de comparación de medias (Grupos).
5	DISCUSIÓN	7,50	Realizar la discusión con los antecedentes descritos.
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	7,50	Mejorar redacción de las conclusiones y recomendaciones
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	7,50	
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	7,50	

Obteniendo una nota de: **7,50** Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su Informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el **jueves, 16 de mayo de 2024**


MSC. JACOME SARCHI GUILLERMO ALEXANDER
PRESIDENTE TRIBUNAL


MSC. CORONEL MONTESDEOCA NATALY TATIANA
DOCENTE TUTOR


MSC. ORTIZ TIRADO PAUL SANTIAGO
DOCENTE

Anexo 2. Certificado del abstract por parte de idiomas

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Amanda Yadira Benavides Villota				
DATE: 19 de junio de 2024				
Topic: "Evaluación de sustratos enriquecidos con micorrizas para la producción de plantas de tomate de árbol Solanum betaceum en el centro experimental San Francisco".				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1 Vera Játiva Edwin Andrés,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		

Anexo 3. Recursos de la investigación

Sistema:	Semitecnificado	Lugar:	Centro Experimental San Francisco (UPEC)		
Área:	114 m ²				
Matriz, Costos de producción de un cultivo de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)					
Labor o Actividad	Tecnología	Unidad	Costos		
			Cantidad	Costo	Total
Variedad	Anaranjado gigante	Plantas	19 cajas de 40 plantas c/u	3,00	57,00
Plantación	Fundas de vivero	Fundas	8 paquetes de 100 fundas c/u	1,70	18,20
	Trasplante	Jornal	7	12,00	84,00
Subtotal					159,20
Fertilización	Sustratos				
	Compost	25 kg	2	5,00	10,00
	Vermicompost	25 kg	2	5,00	10,00
	Turba	25 kg	2	1,00	2,00
	Ferti - plus	25 kg	2	4,00	8,00
	Micorriza	50 kg	1	25,00	25,00
Subtotal					55,00
Transporte	Movilización	Transporte	1	20,00	20,00
	Movilización	Transporte	1	100,00	100,00
	Movilización	Transporte	1	4,50	4,50
	Movilización	Transporte	1	20,00	20,00
Subtotal					144,50
Riego	Riego por goteo	Jornal	22	1,00	22,00
Materiales de riego	Manguera	Metros	23	0,50	11,50
	Ducha de riego	Kg	1	1,50	1,50
Subtotal					35,00
Labores culturales	Deshierba	Jornal	3	6,00	18,00
	Trazado	Jornal	2	12,00	24,00
	Fumigación	Jornal	6	6,00	36,00
Subtotal					78,00
Controles Fitosanitarios	Kañon	Insecticida	1	3,50	3,50
	Tieso	Insecticida	2	2,50	5,00
	Bazoka Duplo x 100 gr	Insecticida	1	4,00	4,00
	Matababosa 5% Cebo 500 gr	Molusquicida	1	2,50	2,50
	Topsin-M	Fungicida	1	3,90	3,90
Subtotal					18,90
Materiales	Cabuya	Cono	1	5,00	5,00
	Malla	Metros	18	1,75	31,50
	Estacas de madera	Unidad	124	0,30	37,20
	Flexómetro	Unidad	1	11,50	11,50
Subtotal					85,20
				Total	416,60

Anexo 4. Proyección en 200 m² de producción

Sistema:	Semitecnificado	Lugar:	Centro Experimental San Francisco (UPEC)		
Área:	200 m ²				
Matriz, Costos de producción de un cultivo de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)					
Labor o Actividad	Tecnología	Unidad	Costos		
			Cantidad	Costo	Total

Variedad	Anaranjado gigante	Plantas	76 cajas de 40 plantas c/u	3,00	228,00
Plantación	Fundas de vivero	Fundas	32 paquetes de 100 fundas c/u	1,70	54,40
	Trasplante	Jornal	28	12,00	336,00
Subtotal Fertilización					618,40
	Sustratos				
	Compost	25 kg	8	5,00	40,00
	Vermicompost	25 kg	8	5,00	40,00
	Turba	25 kg	8	1,00	8,00
	Ferti - plus	25 kg	8	4,00	32,00
	Micorriza	50 kg	2	25,00	50,00
Subtotal Transporte					170,00
	Movilización	Transporte	1	50,00	50,00
	Movilización	Transporte	1	200,00	200,00
	Movilización	Transporte	1	16,50	16,50
	Movilización	Transporte	1	50,00	50,00
Subtotal Riego					316,50
	Riego por goteo	Jornal	25	1,00	25,00
Materiales de riego	Manguera	Metros	50	0,50	25,00
	Ducha de riego	kg	1	1,50	1,50
Subtotal Labores culturales					51,50
	Deshierba	Jornal	6	6,00	36,00
	Trazado	Jornal	8	12,00	96,00
	Fumigación	Jornal	6	6,00	36,00
Subtotal Controles Fitosanitarios					168,00
	Kañon	Insecticida	1	3,50	3,50
	Tieso	Insecticida	2	2,50	5,00
	Bazoka Duplo x 100 gr	Insecticida	1	4,00	4,00
	Matababosa 5% Cebo 500 gr	Molusquicida	1	2,50	2,50
	Topsin-M	Fungicida	1	3,90	3,90
Subtotal Materiales					18,90
	Cabuya	Cono	4	5,00	20,00
	Malla	Metros	18	1,75	31,50
	Estacas de madera	Unidad	200	0,30	60,00
	Flexómetro	Unidad	1	11,50	11,50
Subtotal					123,00
				Total	847,90

Anexo 5. Análisis costo/beneficio

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Gasto/tratamiento (USD)	371.60	371.60	363.60	369.60	371.60	371.60	363.60	369.60	361,6	368.60
Porcentaje de plantas vivas	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Plantas para la venta	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Ingresos	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Costo beneficio	1,75	1,75	1,5	2	1,75	1,75	1,5	2	1,75	1,75
Beneficio directo	0,75	0,75	0,5	1	0,75	0,75	0,5	1	0,75	0,75

Anexo 6. Proceso experimental



Figura 31 Preparación de sustrato



Figura 32 Implementación del ensayo



Figura 33. Primera deshierba



Figura 34. Unidad experimental y parcela neta



Figura 35. Riego



Figura 36. Control Fitosanitario



Figura 37. Tanque de mil litros para dar riego



Figura 38. Segunda deshierba



Figura 39. Control Fitosanitario



Figura 40. Fin de implementación del ensayo

Anexo 7. Evidencia de la toma de datos de las variables evaluadas



Figura 41. Altura de la planta



Figura 42. Número de hojas



Figura 43. Grosor del tallo



Figura 44. Longitud de la hoja



Figura 45. Ancho de la hoja



Figura 46. Mortalidad



Figura 47. Longitud de la raíz



Figura 48. Peso de la raíz



Figura 49. Número de raíces secundarias

Anexo 8. Boxplot para las variables evaluadas

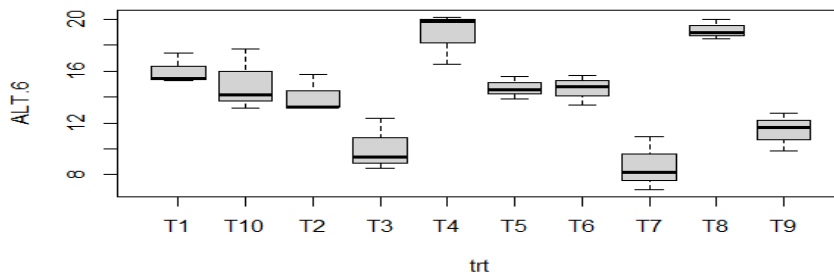


Figura 50. Boxplot Altura de la planta

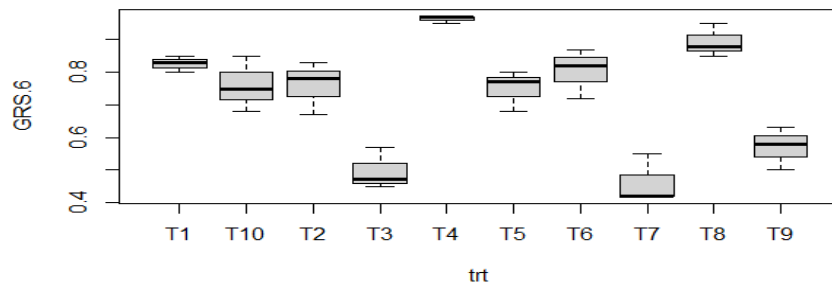


Figura 51. Boxplot Grosor del tallo

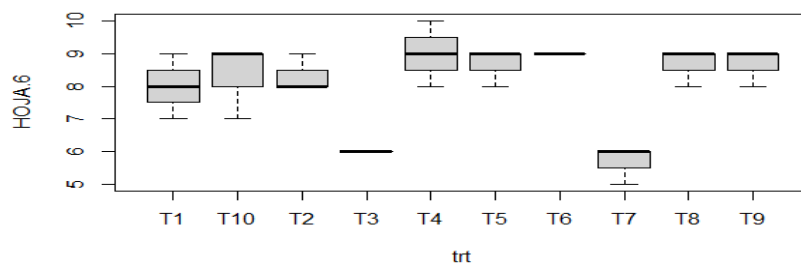


Figura 52. Número de hojas

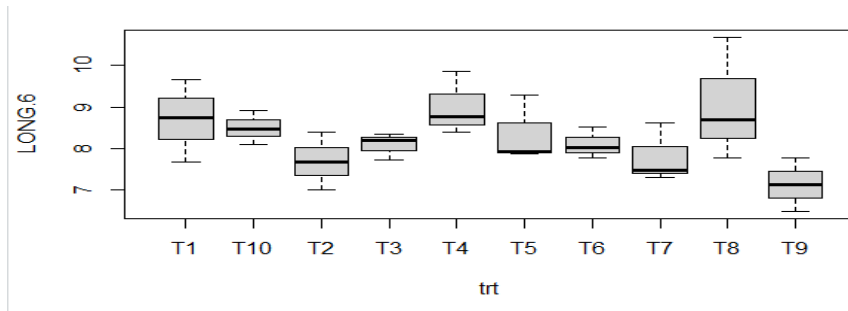


Figura 53. Longitud de las hojas

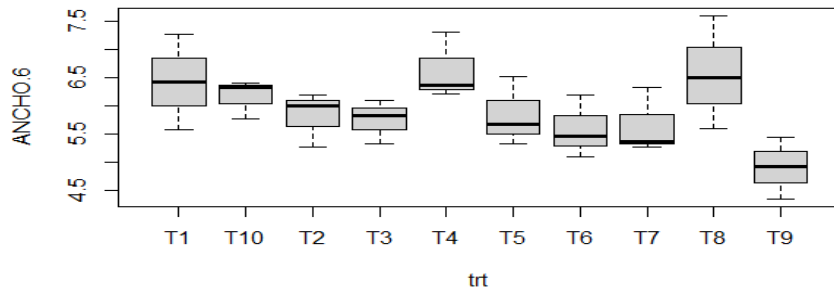


Figura 54. Ancho de las hojas

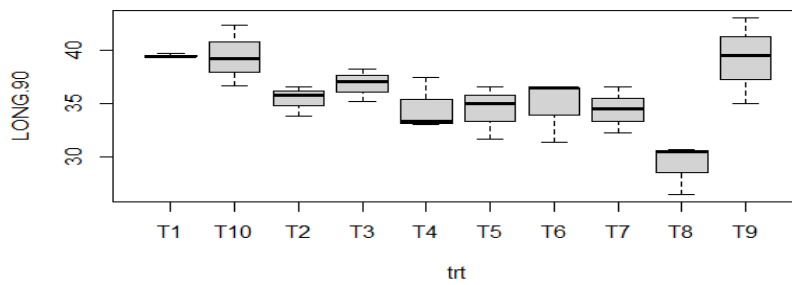


Figura 55. Longitud de la raíz a los 90 días

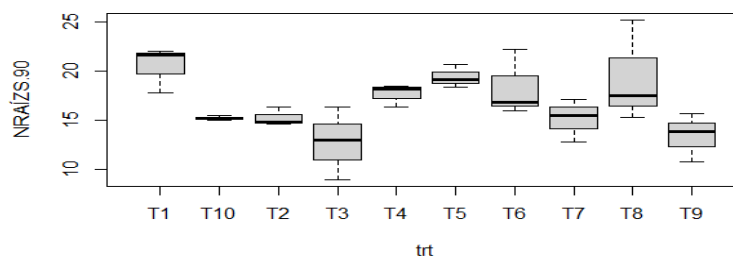


Figura 56. Número de raíces secundarias

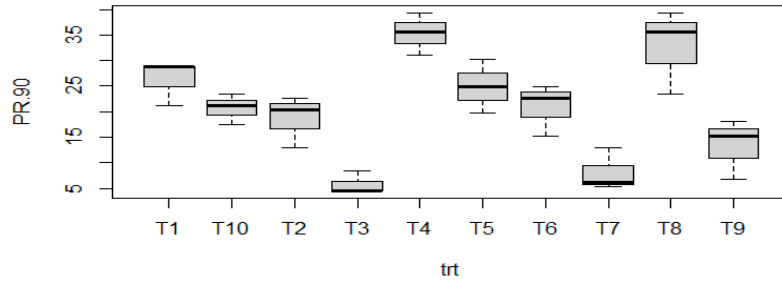


Figura 57. Peso de la raíz

Anexo 9. Análisis físico químico de 10 muestras de bioinsumos (Biol - micorriza)

ORIGINAL / DESTINATARIO / COPIA CELESTE- EMISOR / COPIA AMARILLA: SRI / COPIA ROSADA: SIN VALOR TRIBUTARIO

Desgado Veloz And

RAZÓN	
PUNTO	
FECHA	
Nº. DE	
NOMBRE	
R.U.C.	
Me. de	
GRUPO	

ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
 Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340
 Teléfono: 3007284. Email: laboratorio.dmsa@iniap.gob.ec
 Mejía - Ecuador

REPORTE DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	UPEC - Ing. Ramiro Mora	Nombre :	San Francisco	No. Muestra Lab. :	1197-1206
Dirección :	Huaca	Provincia :	Carchi	Fecha de Muestreo :	23/10/2018
Ciudad :		Cantón :	Huaca	Fecha de Ingreso :	26/10/2018
Teléfono :		Parroquia :	La Calera	Fecha de Salida :	31/10/2018
Fax :		Ubicación :			

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	g/100 ml										mg/l				
		N	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	pH	C/N	
1197	Emas 1 - M1	0.03	0.01	0.09	0.08	0.03		0.71						3.87	13.73	
1198	Emas 2 - M2	0.08	0.01	0.42	0.15	0.05		3.09						3.84	22.40	
1199	Emas 3 - M3	0.13	0.01	0.01	0.06	0.02		0.34						3.45	1.50	
1200	Biol - M4	0.09	0.01	0.04	0.09	0.04		0.64						7.31	4.12	
1201	Humus líquido - M5	0.03	0.01	0.31	0.08	0.03		0.19						7.80	3.67	
1202	Humus - M6	1.37	0.71	1.88	1.42	0.40		43.65						8.72	18.48	
1203	Vermicompost - M7	0.62	0.24	0.72	0.63	0.25		16.44						8.35	15.38	
1204	Micorrizas - M8	0.64	0.19	0.21	0.70	0.22		18.02						7.12	16.33	
1205	Compost - M9	0.58	0.24	0.41	0.63	0.24		17.29						7.95	17.29	
1206	Suelo micorrizado - M9	0.46	0.20	0.20	0.70	0.25		13.06						6.95	16.47	

Unidades	Método
g/100 ml : gramos/100 mililitros = % : porcentaje	pH : Potenciométrico
mg/l : miligramos/litro = ppm : partes por millón.	C.E: Conductimétrico
dS/m : decisiemens/metro = mmhos/cm : milimhos/centímetro.	M.O.: Calcinación.

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

[Firma]

LABORATORISTA

[Firma]



3. IDENTIFICACIÓN: MICORRIZA

- **DESCRIPCION DEL ENSAYO:** RECUENTO DE ESPORAS DE MICORRIZA, IDENTIFICACION DE MICROORGANISMOS

RESULTADOS:

METODO DE ANÁLISIS: TAMIZAJE Y RECUENTO EN CAMARA

ENSAYO	RESULTADO	RECUENTO
Recuento de esporas de micorriza	<i>Glomus sp</i> <i>Gigaspora sp</i>	6 x 10 ⁵ esporas/g 4 x 10 ⁴ esporas/g

IDENTIFICACION DE MICROORGANISMOS

BACTERIAS

- *Bacillus sp.* 2 x 10² UFC/g

HONGOS Y LEVADURAS

- *Rhizopus sp* 3 x 10² UFC/g

MICROORGANISMOS FITOPATOGENOS

NO se encontraron microorganismos fitopatógenos en la muestra analizada

LABORATORIO DE ANALISIS MICROBIOLOGICO
AVENIDA INTEOCEANICA S/N Y FERNANDEZ SALVADOR ESQUINA
GRUPO COMERCIAL EL PORTAL BODEGA 7
PIFO -ECUADOR

4. IDENTIFICACIÓN: VERMICOMPOST 1

- **DESCRIPCION DEL ENSAYO:** RECUENTO DE ESPORAS DE MICORRIZA, IDENTIFICACION DE MICROORGANISMOS

RESULTADOS:

METODO DE ANÁLISIS: TAMIZAJE Y RECUENTO EN CAMARA

ENSAYO	RESULTADO	RECUENTO
Recuento de esporas de micorriza	AUSENCIA	N/A

N/A: NO APLICA

IDENTIFICACION DE MICROORGANISMOS

BACTERIAS

- *Bacillus sp.* 2×10^2 UFC/g

HONGOS Y LEVADURAS

- *Aspergillus sp* 3×10^2 UFC/g

MICROORGANISMOS FITOPATOGENOS

NO se encontraron microorganismos fitopatógenos en la muestra analizada

LABORATORIO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO
AVENIDA INTEOCEANICA S/N Y FERNANDEZ SALVADOR ESQUINA
GRUPO COMERCIAL EL PORTAL BODEGA 7
PIFO -ECUADOR



5. IDENTIFICACIÓN: VERMICOMPOST 2

- **DESCRIPCION DEL ENSAYO:** RECUENTO DE ESPORAS DE MICORRIZA, IDENTIFICACION DE MICROORGANISMOS

RESULTADOS:

METODO DE ANÁLISIS: TAMIZAJE Y RECUENTO EN CAMARA

ENSAYO	RESULTADO	RECUENTO
Recuento de esporas de micorriza	AUSENCIA	N/A

N/A: NO APLICA

IDENTIFICACION DE MICROORGANISMOS

BACTERIAS

- *Bacillus sp.* 5 x 10⁴ UFC/g

HONGOS Y LEVADURAS

- *Sacharomyces sp* 8 x 10³ UFC/g

MICROORGANISMOS FITOPATOGENOS

NO se encontraron microorganismos fitopatógenos en la muestra analizada

LABORATORIO DE ANALISIS MICROBIOLOGICO
AVENIDA INTEOCEANICA S/N Y FERNANDEZ SALVADOR ESQUINA
GRUPO COMERCIAL EL PORTAL BODEGA 7
PIFO -ECUADOR

Anexo 10. Análisis de tierra negra de la Turba



L A B O N O R T

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO Nombre: AMANDA BENAVIDES Ciudad: San Gabriel Teléfono: 0968901465 Fax:	DATOS DE LA PROPIEDAD Provincia: Carchi Cantón: Montúfar Parroquia: San Gabriel Sitio: El Chamizo
--	--

DATOS DEL LOTE Sitio: El Chamizo Superficie: Número de Campo: Muestra #1 Cultivo Actual: A Cultivar: Tomate de árbol	DATOS DE LABORATORIO Nro Reporte.: 11771 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Suelo, muestra 1 Fecha de Ingreso: 2024-01-13 Fecha de Reporte: 2024-01-18
--	---

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	45.00	ppm	
P	67.91	ppm	
S	46.50	ppm	
K	2.79	meq/100 ml	
Ca	10.06	meq/100 ml	
Mg	1.31	meq/100 ml	
Zn	2.53	ppm	
Cu	3.01	ppm	
Fe	48.36	ppm	
Mn	4.56	ppm	
B	0.44	ppm	
pH	7.33		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.710	mS/cm	
MO	8.23	%	

Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural	
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
7.68	0.47	4.08	14.16					

Dr. Quim. Edison M. Miño M.
 Responsable Laboratorio



RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

NOMBRE: Amanda Benavides **CULTIVO:** Tomate de árbol **FECHA:** 2024 01 18

MUESTRA	Kg/Ha/año			FERTILIZANTE (Fuente)	CANTIDAD Sacos 50Kg/ha
	N	P2O5	K2O		
11771 Muestra #1	180	50	80	18 - 46 - 0 (DAP) Nitrito de amonio Urea Sulpomag Muriato de potasio (0-0-60)	2 4 4 2 2



Manejo agronómico del fertilizante.

1. Establecimiento

Aplicar 2Kg de abono orgánico DESCOMPUESTO por planta(hoyo), todo el fósforo (DAP) más el 50% de sulfato de amonio, mezclar con el abono orgánico tapar con una capa delgada de suelo y plantar. El nitrógeno adicional (nitrito de amonio y urea) más el sulpomag aplicar al segundo o cuarto mes después de la siembra. El muriato de potasio aplicar en corona antes o al inicio de la floración Para corregir al deficiencia de boro aplicar dos kilos de bórax por hectárea; es mejor disueltos en agua y con bomba mochila al SUELO (del hoyo) en la siembra(no sobre el abono orgánico). Otra alternativa es agregar 8 kilos de granulex boro junto con la primera aplicación de nitrógeno. Realizar una o dos aplicaciones foliares de microelementos completos o en forma de quelatos (especialmente boro, zinc, manganeso, hierro y cobre) antes y al inicio de la floración El contenido de materia orgánica MO(8,23%) es alto.

*Las recomendaciones son en sacos por hectárea, deberá calcularse el área del cultivo y regular la cantidad de fertilizante recomendado, el mismo que debe ser dividido según el número de plantas(gramos/planta)

La recomendación se realiza en base al análisis químico del suelo, sin considerar el aspecto climático de la zona por lo tanto ésta constituye una guía de fertilización que debe ser ajustada por el técnico responsable, considerando condiciones de clima y agua.