

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE
PLÁNTULAS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum B.*)”

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRONOMA**

AUTORA

ERIKA ALEXANDRA MARCALLA YANCHAGUANO

TUTOR

ING. Mg. OLGUER LEÓN GORDON.

CEVALLOS- ECUADOR

2023

AUTORIA DE LA INVESTIGACIÓN

“La suscrita, **ERIKA ALEXANDRA MARCALLA YANCHAGUANO**, portadora de cédula de identidad número: **180486791-7**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: “**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* B.)**” es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”



ERIKA ALEXANDRA MARCALLA YANCHAGUANO

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum Betaceum B*)**” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniera Agrónoma, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o parte de él.



ERIKA ALEXANDRA MARCALLA YANCHAGUANO

“EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE

TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum* B)”

REVISADO POR:

**Ing. Olguer León Gordon
TUTOR**

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN

FECHA

01-09-2023

**Ing. Patricio Núñez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

01-09-2023

**Ing. Mg. Giovanni Velástegui E.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

01-09-2023

**Ing. Mg. Alberto Gutiérrez A.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL CALIFICACIÓN**

DEDICATORIA

A Dios por siempre estar presente, por enseñarme lo grande que es su amor, su bondad, por haberme dado la oportunidad de seguir viva, por ser mi padre y darme fuerzas pese a todos los obstáculos que se me han puesto en el camino, para lograr este sueño tan anhelado y poder culminar con este proyecto de vida.

A mis padres Enrique y Rosa por haberme dado la vida y ser mi inspiración, la razón de mi vida por sus consejos, esfuerzos y sacrificio, por ser mis ejemplos de fortaleza y de amor. Por brindarme su amor, cariño y compañía, por apoyarme incondicionalmente, por sus enseñanzas de gratitud y humildad y haberse ganado mi respeto y admiración eterna.

A mis hermanas Elsa y Estefanía por su amor incondicional, sus consejos, por su apoyo, por enseñarme a valorar la vida, por nunca dejar rendirme, por confiar en mí, por estar siempre en las buenas y en las malas, gracias por haber estado a mi lado en esta etapa de mi vida, juntas hemos compartido tristezas y alegrías, siempre nos tendremos las tres.

A mis sobrinos Deyvid y Sarahí por haber llegado a mi vida y llenarme de alegría el corazón, pese que, aunque todavía son pequeños gracias por su amor y por ser mi inspiración a seguir adelante.

A mis amigos de cuatro patas por ser fieles y llenarme de amor, porque su cariño es sincero.

Erika Alexandra Marcalla Yanchaguano

AGRADECIMIENTO

A Dios por regalarme la vida y siempre estar junto a mí, y permitirme cumplir mis sueños y metas en mi vida junto a mis padres, hermanas y sobrinos.

A mis padres que son mi inspiración a seguir adelante cumpliendo mis metas, por su amor, su paciencia y sacrificio para guiarme por el camino del bien, agradezco sus consejos y lecciones de vida.

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente, a todos los docentes con quienes cruce mi vida universitaria por sus conocimientos y enseñanzas que compartieron en mi vida profesional. Por instruirme académica y moralmente, por brindarme su apoyo y amistad.

A mi tutor Ing. Olguer León por enseñarme lo que significa ser un buen agrónomo, por sus consejos, por su apoyo, por animarme a alcanzar esta meta y superarme y sobre todo por su paciencia durante mi vida universitaria y su predisposición durante la realización del proyecto de investigación.

A toda mi familia, a mis compañeros de la facultad y a personas cercanas que estuvieron y compartieron conmigo momentos alegres y difíciles, por apoyarme constantemente en el ámbito académico y personas

Erika Alexandra Marcalla Yanchaguano

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	3
MARCO TEÓRICO	3
1.1. Introducción.....	3
1.2. Justificación	4
1.3. Antecedentes investigativos.....	4
1.4. Categorías fundamentales o marco conceptual.....	6
1.4.1. Sustrato	6
1.4.2. Componente de sustrato.....	6
1.4.3. Propiedades de los sustratos	7
1.4.4. Criterios para selección de sustratos.....	10
1.4.5. Compost.....	10
1.4.6. Turba comercial.....	11
1.4.7. Cascarilla de arroz	11
1.4.8. Tierra negra.....	11
1.5. Hipótesis y Objetivos	11
1.5.1. Hipótesis	11
1.5.2. Objetivos.....	11
CAPÍTULO II	13
2. Metodología de la investigación	13
2.1. Ubicación del área de estudio	13
2.2. Características del lugar.....	13
2.3. Características del lugar de experimento	13
2.4. Características de las bandejas germinadoras	13
2.5. Equipos y materiales	13
2.6. Enfoque, modalidad y tipo de investigación.....	14
2.7. Factores de estudio	14
2.7.1. Sustrato	14

2.7.2.	Diseño experimental	14
2.8.	Manejo del experimento	14
2.8.1.	Adquisición de la semilla	14
2.8.2.	Elaboración de sustratos	15
2.8.3.	Colocación de los sustratos en las bandejas.	15
2.8.4.	Siembra.....	15
2.8.5.	Riegos	15
2.8.6.	Toma de temperatura	15
2.9.	Variable Respuesta	16
2.9.1.	Características morfológicas.....	16
2.9.2.	Porcentaje de germinación.....	16
2.9.3.	Altura de la planta.....	16
2.9.4.	Número de hojas verdaderas.....	16
2.9.5.	Longitud radicular	16
2.9.6.	Volumen de la raíz.....	17
2.9.7.	Diámetro del tallo	17
2.9.8.	Etapas fenológicas iniciales	17
2.9.9.	Costos de producción.....	17
2.10.	Procesamiento de la Información	18
CAPÍTULO III	19
3.	Resultados y Discusión	19
3.1.	Características morfológicas cualitativas	19
3.2.	Resultados Análisis Estadístico.	19
3.2.1.	Porcentaje de Germinación.....	19
3.2.2.	Altura de la planta.....	20
3.2.3.	Numero de hojas verdaderas.....	21
3.2.4.	Longitud Radicular	22
3.2.5.	Volumen de la Raíz	23
3.2.6.	Diámetro del tallo	24
3.3.	Primera etapa fenológica del tomate de árbol.....	25
3.4.	Costos de producción.....	26
CAPÍTULO IV	29

4. Conclusiones y Recomendaciones	29
4.1. Conclusiones	29
4.2. Recomendaciones	30
CAPÍTULO V	31
Material Bibliográfico	31
Bibliografía	31
ANEXOS	35
Análisis Estadístico.....	35
Anexos 1. Análisis paramétricos	35
Anexos 2. Fotografías	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Medidas de los tratamientos para la variable “Porcentaje de germinación” ..	20
Gráfico 2. Medidas de los tratamientos para la variable “Altura de Planta”	21
Gráfico 3. Medidas de los tratamientos para la variable Número de Hojas Verdaderas..	22
Gráfico 4. Medidas de los tratamientos para la variable “Longitud Radicular”	23
Gráfico 5. Medidas de los tratamientos para la variable “Volumen Raíz”	24
Gráfico 6. Medidas de los tratamientos para la variable “Diámetro de Tallo”	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proyección de Costos de Producción Tratamiento 1	25
Tabla 2. Proyección de Costos de Producción Tratamiento 2.....	26
Tabla 3. Proyección de Costos de Producción Tratamiento 3.....	27
Tabla 4. Análisis de la varianza para el porcentaje de germinación.....	35
Tabla 5. Prueba de Tukey para porcentaje de germinación.....	35
Tabla 6. Análisis de la varianza para altura de planta	35
Tabla 7. Prueba de Tukey para altura de planta.....	36
Tabla 8. Análisis de la varianza para número de hojas verdadera.....	36
Tabla 9. Prueba de Tukey para número de hojas verdaderas	36
Tabla 10. Análisis de la varianza para longitud radicular	36
Tabla 11. Prueba de Tukey para longitud radicular.....	37
Tabla 12. Análisis de la varianza para Volumen de raíz	37
Tabla 13. Prueba de Tukey para Volumen de raíz.....	37
Tabla 14. Análisis de la varianza para diámetro de tallo	37
Tabla 15. Prueba de Tukey para diámetro de tallo	38

RESUMEN

El deterioro de la capacidad de la tierra ha llevado a la sustitución de la siembra directa por el uso de semilleros, con la utilización de sustratos para que de esta manera nos proporcionen la producción de plantas de calidad. El sustrato es uno de los principales medios que sirve para que la semilla germine de una manera adecuada. El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes sustratos para la producción de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum* B). La investigación se llevó a cabo en el edificio de Investigación, área de aclimatación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, se realizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con tres tratamientos y 4 repeticiones (cada una). Los sustratos utilizados fueron, T1 (Compost 50 % más Cascajo 50 %), T2 (Turba) y T3 (Carbón – Cascarilla 50 % más Tierra Negra 50 %). Para el análisis de datos se realizó la prueba de Tukey al 5%, al terminar la primera fase fenológica, que son a los 30 días desde que empezó a germinar y 45 días desde la siembra. Se evaluó el porcentaje de germinación, altura de planta, volumen de la raíz, número de hojas verdaderas, longitud radicular y diámetro de tallo; realizando el análisis estadístico se determinó que en las seis variables predominó en el T2 (Turba), obtuvimos en promedio de porcentaje de germinación (80,8%) altura de planta de (8,57cm), volumen de la raíz de (0,57cc), número de hojas verdaderas (4), longitud radicular de (4,38cm) y diámetro de tallo de (0.5cm), resultados similares se obtuvieron con el T3 (Carbón – Cascarilla más Tierra Negra). Mientras que el sustrato compost más cascajo (T1) fue el que menor porcentaje de germinación se obtuvo (2.83%), por lo que no sería recomendable utilizar para germinación de semillas de tomate de árbol.

Palabras clave: Sustratos, planta, plántulas, germinación

ABSTRACT

The deterioration of the capacity of the land has led to the replacement of direct sowing by the use of seedbeds, with the use of substrates so that in this way they provide us with the production of quality plants. The substrate is one of the main means used for the seed to germinate properly. The objective of this research was to evaluate different substrates for the production of tree tomato seedlings (*Solanum betaceum* B). The research was carried out in the Research building, acclimatization area of the Faculty of Agricultural Sciences, a completely randomized block experimental design (DBCA) was carried out, with three treatments and 4 repetitions (each). The substrates used were T1 (Compost 50 % plus Gravel 50 %), T2 (Peat) and T3 (Coal - Husk 50 % plus Black Earth 50 %). For the data analysis, the Tukey test was carried out at 5%, at the end of the first phenological phase, which is 30 days after it began to germinate and 45 days after sowing. The germination percentage, plant height, root volume, number of true leaves, root length and stem diameter were evaluated; Carrying out the statistical analysis, it was prolonged that in the six variables prevailed in T2 (Peat), we obtained an average percentage of germination (80.8%) plant height of (8.57cm), root volume of (0.57cc), number of true leaves (4), root length (4.38cm) and stem diameter (0.5cm), similar results were obtained with T3 (Carbon - Cascarilla plus Tierra Negra). While the compost plus gravel substrate (T1) was the one with the lowest germination percentage (2.83%), so it would not be advisable to use it for tree tomato seed germination.

Keywords: Substrates, plant, seedlings, germination.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Introducción

Las técnicas de cultivo han sufrido una evolución y un gran cambio en toda su concepción, debido a los factores limitantes para el desarrollo de los cultivos a campo abierto, principalmente lo que son salinización, enfermedades y el desgaste de los suelos agrícolas. En general el deterioro de la capacidad de la tierra ha llevado a la sustitución de la siembra directa por el uso de semilleros, con la utilización de sustratos para que de esta manera nos proporcionen la producción de plantas de calidad. **(Monge, 2007).**

El sustrato es uno de los principales medios que sirve para que la semilla germine de una manera adecuada, y de esta manera la plántula desarrolle un excelente sistema radicular **(MAG, 2005)**, también el sustrato contienen características indispensables y debido a su porosidad y alta retención de humedad, este medio es ideal para que las semillas germinen sin inconvenientes ya que contienen sustancias nutritivas que las plantas requieren hasta que la planta esté preparada para el trasplante al terreno definido. **(Romoa, 2010).**

Los sustratos en situaciones naturales pueden ser el mismo suelo o el agua, los sustratos según sus propiedades pueden ser químicamente inertes que son conformadas por arena granítica, grava, roca volcánica entre otras o pueden ser sustratos químicamente activos que son conformados por turbas rubias y negras, cortezas de pino vermiculita entre otros **(Bures, 2013)**. No obstante, en los viveros los sustratos para la germinación están compuestos de diferentes materiales como tierra, cascarilla, turba, arena entre otros, los cuales difieren mucho entre sí por las propiedades físicas y químicas de cada una de ellas. En general cada material que se le agregue al sustrato afecta de forma directa en la germinación, por lo tanto, mediante la combinación adecuada de materiales se puede obtener un excelente medio que le proporcione a la semilla, buenas condiciones para que esta se desarrolle de la mejor manera posible. **(García, 2019).**

La selección de sustratos deben ser correctos para poder germinar la semillas, ya que de esto depende el desarrollo de las plántulas, por ello el sustrato debe tener características físicas ideales para el crecimiento de la semilla como aireación y una buena capacidad de

retención de agua y que tengan un adecuado pH, una buena conductividad eléctrica y buenos nutrientes al final obtendremos excelentes resultados en la producción, pero siempre existe un riesgo, se debe estar pendiente ya que el desarrollo radicular está limitado por el hecho que contiene una pequeña cantidad de sustrato en las bandejas de germinación y esto hace que los nutrientes y el pH puedan cambiar a causa del riego. Razones por las cuales se debe prestar atención al usar sustratos en la germinación de semillas ya que es una limitante, pero si se cuida bien al final se obtendrán excelentes resultados en la producción. **(Chen López, 2022).**

En nuestro país la preparación de semilleros supone un gran costo de producción, ya que el sustrato a manejar representa un elemento esencial para dicha acción. Debido al alto costo de los sustratos importados surge la necesidad de disponer de un sustrato que produzca localmente y que sea de excelente calidad, valiéndose para ello de elementos autóctonos de cada región. **(Quesada, 2005).**

1.2. Justificación

Preparar un excelente sustrato para poder germinar semillas o utilizarlos en los semilleros tiene gran importancia ya que gracias a ello depende el resultado de obtener plantas vigorosas y resistentes. Al utilizar diferentes sustratos para germinar semillas nos beneficiarán por la rapidez del germinado y también porque las plántulas estarán más saludables para posteriormente trasplantarlas **(Mesa, 2020).**

Por dicha razón en el presente trabajo de investigación se pretende encontrar el mejor sustrato con materiales propios de nuestra región para la producción de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum B.*) en bandejas de plástico. Utilizando como testigo, tierra negra cascarilla de arroz + carbón, cascajo más compost y turba.

1.3. Antecedentes investigativos

En Ecuador la producción de tomate de árbol se realiza desde tiempos antiguos, prácticamente se cultiva en toda la serranía ecuatoriana, la producción del tomate de árbol representa a los pequeños y medianos productores de la sierra, esta fruta tiene grandes

visiones para poder exportar, pero por falta de tecnología y la susceptibilidad a plagas y faltas del germoplasma para mejorarla nos limita esta visión. (Estevez, 2019). En el territorio ecuatoriano el tomate de árbol se siembra a 2000 y 2800 msnm con temperaturas de 13 y 24 °C, las áreas de cultivos de tomate de árbol en el Ecuador está en unos 5000 ha con excelentes rendimientos de alrededor de 60 a 80 toneladas por hectáreas, las zonas que cultivan este tipo de fruto son las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo, Cañar, Azuay, Tungurahua y Loja. Este cultivo se lo ha practicado durante muchísimos años atrás, en Tungurahua las zonas que se dedican a este cultivo son Patate y Baños. Estas zonas siembran más la amarilla y la morada. El tomate es un árbol semi-perenne produce en el primer año y dependiendo su cuidado agronómico esta puede producir de 2 a 3 años. (Torres, 2022), Sin embargo **Padilla (2013)** menciona que existen varios problemas en el manejo para la obtención de las plantas de tomate de árbol, dentro de los factores que limitan la obtención de plantas sanas, como son el desconocimiento de técnicas adecuadas como la utilización de sustratos que nos faciliten la obtención de dichas plantas en poco tiempo y que estas sean de calidad. La ignorancia de no llevar un adecuado manejo ya sea en viveros o en otras instalaciones generan al agricultor pérdidas económicas.

Pastor (2000) menciona que el suelo es el único medio de gran importancia para la vida de las plantas, pero esta la mayoría de las veces tienen condiciones limitantes dando lugar en muchas ocasiones resultados no favorables para el agricultor, por ello durante los últimos años las ciencias y las tecnologías experimentan avances importantes que benefician a la agricultura, de esta manera poniendo a disposición del agricultor técnicas más productivas que las tradicionales. La presencia de factores limitantes para la continuidad de los cultivos en pleno suelo, obliga al agricultor adoptar nuevas técnicas productivas, lo cual ha hecho que los agricultores desarrollen sustratos y estas las utilicen en contenedores, al sembrar las plantas en sustratos es notorio la diferencia respecto al cultivo en pleno suelo, que al sembrar en contenedores, ya que en estas se observa un correcto crecimiento de la planta y en menor tiempo. Por otra parte **Cruz, Can, Sandoval, Bugarin & Robles (2012)** mencionan que los sustratos aplicados en la fruticultura y en la horticultura son cualquier medio utilizados para el cultivo de plantas en recipientes o más conocidos como contenedores

o semilleros las cuales deben poseer un espacio razonable para que se desarrolle las plantas de una manera adecuada y que estas sean de calidad.

Para la producción de platas frutales en viveros o en otras instalaciones esta debe tener como requisito fundamental una adecuada y correcta selección de sustrato ya que en esta se propagara y crecerá las plantas. Existen varias alternativas de sustratos utilizadas para la producción de plantas frutales, sin embargo en muchos casos los agricultores no tienen los conocimientos necesarios para su adecuado uso (**Hidalgo & Sindoni, 2009**). Por otro lado **Fields & Fonteno (2014)** señala que identificar la capacidad de un sustrato para poder retener y liberar agua es esencial para mejorar la eficiencia de los sustratos para poder germinar las plántulas, por ello es necesario saber elegir de manera correcta el tipo de sustrato a utilizarse en un vivero o en otras instalaciones.

1.4. Categorías fundamentales o marco conceptual

1.4.1. Sustrato

Según, Hidalgo & Sindoni, (2009) el sustrato es todo material que contiene múltiples componentes no tóxicos que proporcionen sostén, correcta capacidad de intercambio catiónico, adecuada retención de humedad y una buena porosidad, de esta manera nos garantizará un adecuado desarrollo de las plantas. Por otro lado, **Cruz, Can, Sandoval, Bugari & Robles (2012)** señala que los sustratos para el cultivo de plantas es todo material que pueda proporcionar anclaje, oxígeno y agua suficiente para un adecuado desarrollo de las plantas, los cuales deberán poseer nutrimentos adecuados ya sean estas de forma individual o en combinación con otros materiales, para posteriormente ser colocados en contenedores.

1.4.2. Componente de sustrato

Es cualquier material individual, combinado en cantidades volumétricas con otros componentes para de esta manera llegar a un nivel adecuado de aireación, retención de agua y nutrimentos para que puedan desarrollarse las plantas, dichos componentes de sustratos pueden ser orgánico o inorgánicos, la selección de cualquiera de ellos está sujeta en gran

parte a su disponibilidad, facilidad de mezcla y principalmente a su costo dependiendo el lugar o la región en donde se encuentre el vivero o las instalaciones (**Hidalgo & Sindoni, 2009**).

- **Componentes orgánicos:** hace referencia a la turba de musgo, corteza de árboles, trozos de coco, cascarilla de arroz fibra de árboles, entre otros.
- **Componentes inorgánicos:** entre los que se puede mencionar es la perlita, piedra pómez, vermiculita, arena, etc.

Parte de estos componentes unas pueden retener el agua sobre la superficie y otras retienen el agua dentro de sus estructuras, y muy pocos componentes como es el caso de la perlita solo pueden retener una mínima cantidad de agua en comparación con las demás. (**Chen, 2020**).

1.4.3. Propiedades de los sustratos

1.4.3.1. Propiedades físicas de los sustratos

Existen varios estudios dentro de laboratorios para conocer las características físicas de los sustratos, pero las medidas más frecuentes son las siguientes:

- **Densidad:** esta hace referencia al material sólido que lo compone y entonces se habla de densidad real o densidad calculada tomando en cuenta el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, para posteriormente designarlo como porosidad aparente. La densidad de los sustratos depende de si esta es inorgánica poseerá una densidad de 2,5 g/cc y en los sustratos orgánicos las densidades de 1,5 g/cc. (**Picon, 2013**)
- **Estructura:** como en la mayoría de los sustratos minerales o de los sustratos fibrilares esta puede ser granulares. Los sustratos minerales no tienen una forma estable, por lo que esto hace que sea más fácil acoplarse en diferentes contenedores sin importar la forma, pero es diferente en el caso de los sustratos fibrilares ya que esta dependerá de las características de la fibra. Si estas son fijadas por algún material de cementación, estas pueden tener formas rígidas por lo que no se adaptan a la forma del contenedor.

Lo bueno de este tipo de sustrato es porque nos facilita el cambio de volumen y la consistencia cuando pasan de secas a mojadas. **(Padilla, 2013)**.

- **Granulometría:** la dimensión de los gránulos o fibras determinan el comportamiento de los sustratos, por lo que la densidad aparente cambia su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, ya que esta incrementa el tamaño de los poros conforme esta tenga mayor granulometría. **(Padilla, 2013)**
- **Capacidad de retención de agua:** nos señala que la disponibilidad de agua de manera fácil es la diferencia que tiene con el volumen de agua retenido, luego de ser saturado por el agua y dejarlo que drene 10 cm de su tensión matricial, el valor adecuado para que el agua sea fácilmente disponible debe estar entre de 20 a 30 % de su volumen para de esta manera considéralo adecuado. **(Ordoñez, 2017)**
- **Porosidad:** es el volumen total del medio no utilizado por partículas sólidas y por consecuencia también estará en el aire o agua en una cierta proporción. Su valor no debe ser menores al 80-85 %. Aunque en algunos casos existen sustratos que contienen menor porosidad y estas pueden ser utilizadas de mejor manera condiciones determinadas. También el grosor de los poros determina la aireación y en retención de agua de los sustratos. Cuando los poros son gruesos crea una menor relación de superficie/volumen, como resultado de esta actividad el poro quedara parcialmente lleno. **(InfoAgro, 2017)**

1.4.3.2. Propiedades químicas de los sustratos

Las medidas de gran importancia son el pH y la Conductividad eléctrica (CE).

- **Conductividad eléctrica:** las plantas son sensibles a la salinidad cuando están en la primera fase fenológica, el suelo debe tener una conductividad eléctrica de 0.8 a 1 S/cm, y durante el cultivo podría llegar hasta 1.5 S/cm. **(Moreta, 2014)**
- **Capacidad de intercambio catiónico:** es la capacidad que tiene el sustrato para contener nutrientes, estas siempre estarán disponibles para las plantas. La elevada CIC en la fertilización de base tiene una gran eficiencia ya que no son sensibles a la lixiviación, en este medio se podrá almacenar varias cantidades de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), también en este medio existe menos riesgos de exceso de las mismas, lo que no ocurre si la CIC fuese muy baja. **(Moreta, 2014)**.

- **pH:** es el que influye tanto en el suelo como en los sustratos en diversos aspectos, pero el más importante es que el pH tiene una influencia en la cantidad de nutrientes (P, K, Fe, Cu, B, entre otros), que existe en el suelo, esto es muy importante ya que de ello depende que las plántulas logren tomar raíces. (Moreta, 2014)

1.4.3.3. Propiedades biológicas de los sustratos

Esta hace referencia a la resistencia de la biodegradación de los compuestos orgánicos de los sustratos, esto se debe a la utilización de compuestos naturales de manera incompleta. Como resultado de la falta de estabilidad biológica esta afecta en diferentes aspectos al cultivo. Por un lado, afecta de manera física como se puede visualizar en algunos casos la compactación por la pérdida de volumen y la disminución de la porosidad total, esta hace que pierda el contenido de aire, pero la humedad. En el caso de las propiedades químicas se puede visualizar claramente el aumento del pH, de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y la salinidad ya que todo este proceso depende de la calidad del agua y de la manera en cómo se manejó en las bandejas. (Masaguer, 2006).

1.4.3.4. Importancia de las propiedades de los sustratos

Un buen sustrato se caracteriza por poseer tres fases las cuales tiene una función importante ante la planta:

➤ **Fase sólida:** esta fase se adquiere con materiales que son “granulares” como:

- Arena
- Grava
- Puzolana
- Perlita
- Vermiculita
- Corteza, etc

Todos estos materiales son conocidos por su granulometría o por poseer un material fibroso de tipo turba o lana de roca.

➤ **Fase líquida:** conocer este tipo de fase de un sustrato va a determinar la medida del riego, esto facilita la alimentación en agua y colocarle nutrimentos en forma de riegos.

- **Fase gaseosa:** esta fase es importante ya que esta asegura la oxigenación de las raíces, para así evitar los riesgos de asfixia en casos de excesos de agua.

1.4.4. Criterios para selección de sustratos

Para poder seleccionar un material como sustrato se debe tener en cuenta varios aspectos para que de esta manera las plantas puedan tener un crecimiento optimo, dentro de las cuales se pueden mencionar. **(Defaz, 2016)**

- Que tenga propiedades físicas, químicas y biológicas apropiadas para el desarrollo de las plantas.
- Tener en cuenta la relación beneficio/costo.
- Tener la disponibilidad de un área.
- Debe ser manejable y compatible, esto en el caso de hacer mezclas de materiales.

1.4.5. Compost

Es la descomposición biológica y esta da la estabilización de un sustrato orgánico, con condiciones adecuadas de temperatura. Los organismos que participan en la transformación y degradación de los residuos del compost son los: gusanos, lombrices, ciempiés entre otros, además también participan algunos hongos y bacterias en lo que es el proceso de compost.

Preparación de materia orgánica de calidad

- Poner una capa de 20cm de altura de abono
- Colocar una capa 1 a 2 cm de cascarilla de arroz
- Espolvorear 20 libras de carbonato de calcio
- Diluir 20 litros de melaza, 1kg de levadura más 100cc de microorganismos beneficiosos en 50 litros de agua.
- Aplicar 18 litros de caldo de cultivo por capa con una regadera.
- Luego aplicar otra capa hasta llegar a 80cm de altura
- Nuevamente humedecer y cubrir con un platico de color blanco
- Remover cada 8 días durante 3 meses.
- La materia orgánica está lista para usarse a partir del 4 mes

1.4.6. Turba comercial

Son materiales de origen vegetal poseen propiedades tanto físicas como químicas de acuerdo con su origen. Existen turbas rubias que contienen mayor materia orgánica, pero estas están poco descompuestas, turbas negras están más mineralizadas, pero tienen menos materia orgánica. (Defaz, 2016)

1.4.7. Cascarilla de arroz

Es leñosa y de consistencia dura esto es debido a que contiene silicio, posee una conductividad eléctrica baja lo cual le hace adecuado para que se use como sustrato, el único inconveniente al usar la cascarilla de arroz es que tiene baja retención de humedad por lo que es necesario usarlo con otro material para que esta pueda tener una buena retención de humedad. (Cruz C. , 2021)

1.4.8. Tierra negra

El suelo es un componente que sirve de esponja que retiene, filtra y libera paulatinamente los nutrientes a las plantas dependiendo de sus necesidades y del tamaño de la planta, la composición química de nutrientes depende de su origen. Al usar la tierra negra para elaborar sustratos se deben eliminar de esta, piedras, terrones o pedazos de palos. (Defaz, 2016)

1.5. Hipótesis y Objetivos

1.5.1. Hipótesis

H1. Los sustratos de enraizamiento con la incorporación de complementos orgánicos contribuyen a la mejor germinación y enraizamiento de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Beuth).

1.5.2. Objetivos

1.5.2.1. Objetivo general

- Evaluar los sustratos para la producción de plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum* B).

1.5.2.2. Objetivos específicos

- Determinar las características morfológicas de las plántulas de tomate de árbol (*Solanum betaceum* B).
- Determinar el porcentaje de germinación de semillas de tomate de árbol (*Solanum betaceum* B), en cada sustrato.
- Determinar el tiempo la etapa fenológica inicial del tomate de árbol (*Solanum betaceum* B).
- Determinar los costos de producción de la plántula por tratamiento.

CAPÍTULO II

2. Metodología de la investigación

2.1. Ubicación del área de estudio

La presente investigación se realizará en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato en el edificio de Investigación, área de aclimatación 3er piso.

2.2. Características del lugar

Para la realización del presente trabajo se determinaron las características del campus Querochaca, que está ubicado a 2865 msnm, con coordenadas de latitud de 01° 22' 0,2" S y de longitud de 78° 36' 22" W.

2.3. Características del lugar de experimento

El área de aclimatación dentro de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, misma que tiene temperatura que fluctúa entre los 15°C y 32°C dependiendo del día y hora, teniendo una media de 22°C que es una temperatura adecuada para la germinación.

2.4. Características de las bandejas germinadoras

Las bandejas de germinación son de material de plástico, ancho 34 cm, de largo 67 cm y con una altura de 4.6 cm. Con capacidad de 286 alvéolos.

2.5. Equipos y materiales

- ❖ Calibrador vernier
- ❖ Regla graduada
- ❖ Bandejas de germinación
- ❖ Balanza
- ❖ Semillas
- ❖ Sustratos

2.6. Enfoque, modalidad y tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es netamente experimental, el enfoque predominante en esta investigación es cuantitativo. Se utilizaron las bandejas y semillas de tomate de árbol “amarillo gigante” en donde se realizará una asociación de variables en donde se utilizan 3 tipos de sustratos.

2.7. Factores de estudio

2.7.1. Sustrato

- T1 Compost 50% más Cascajo 50%
- T2 Turba (Substrate Pindstrup)
- T3 Carbón + Cascarilla 50% y Tierra negra 50%

2.7.2. Diseño experimental

El diseño que se utilizó en el presente trabajo es de un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 3 tratamientos y 4 repeticiones.

2.8. Manejo del experimento

2.8.1. Adquisición de la semilla

Las semillas de tomate de árbol amarillo gigante fueron obtenidas de frutos sanos las cuales fueron seleccionadas y desinfectadas para la siembra.

2.8.1.2. Proceso para la obtención de semillas

- ✓ Recogemos un tomate maduro que tenga un buen color, de buena forma, y de mejor tamaño, luego cortamos el fruto por la mitad.
- ✓ Extraemos las semillas del tomate que están adheridas a la pulpa con la ayuda de una cuchara y la colocamos en un recipiente.
- ✓ Dejamos reposar en un recipiente con agua durante uno o dos días.
- ✓ Removemos el líquido varias veces para de esta manera facilitar el desprendimiento o separación de la pulpa y de las semillas.

- ✓ En una semana las semillas ya estarán al fondo del recipiente, la colamos en un colador, la lavamos para eliminar cualquier residuo de la pulpa.
- ✓ Cuando ya solo quedé las semillas colocamos agua dejamos reposar agregándole unas gotas de cloro para desinfectarlas.
- ✓ La tamizamos y la dejamos secar, para luego sembrarlas.

2.8.2. Elaboración de sustratos

Los sustratos para esta investigación se prepararon de acuerdo a los tratamientos planteados para el estudio, colocándolas posteriormente en los alveolos de las bandejas de plástico.

2.8.3. Colocación de los sustratos en las bandejas.

Se colocaron los diferentes sustratos dependiendo del tratamiento en cada una de las bandejas de germinación.

2.8.4. Siembra

Después de obtener la semilla se procedió a sembrar de forma manual en cada una de las bandejas distribuidas en el diseño experimental establecido, una semilla por alvéolo.

2.8.5. Riegos

Se realizaron riegos de forma manual todos los días en las últimas horas de la tarde, y cuando amerita ser regado las bandejas que contenían los diferentes tratamientos.

2.8.6. Toma de temperatura

Se tomó la temperatura diariamente del área de aclimatación con la ayuda de un termómetro ambiental, el área de aclimatación oscila de 15 a 32 °C, en ocasiones se pudo observar que la temperatura superaba los 32 °C.

2.9. Variable Respuesta

2.9.1. Características morfológicas

Mediante una detenida observación se determinará las características morfológicas de las plántulas de tomate de árbol al cumplir la primera fase fenológica cuando las plantas presentaron las cuatro hojas verdaderas.

2.9.2. Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se realizó mediante conteo de las plantas germindas a los 15 días después del brote de las semillas, el porcentaje se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de germinacion} = \frac{\textit{Semillas germinadas}}{\textit{Numero total de semillas}} \times 100$$

2.9.3. Altura de la planta

Se midió con una regla graduada en cm la altura de 10 plantas de la parcela neta desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta, al cumplir la primera fase fenológica (cuatro hojas verdaderas)

2.9.4. Número de hojas verdaderas

Se contó el número de hojas verdaderas de 10 plantas de la parcela neta al cumplir la primera fase fenológica.

2.9.5. Longitud radicular

Se midió la longitud radicular de 10 plantas de la parcela neta con una regla desde el cuello de la raíz hasta la cofia de la plántula, al cumplir la primera fase fenológica.

2.9.6. Volumen de la raíz

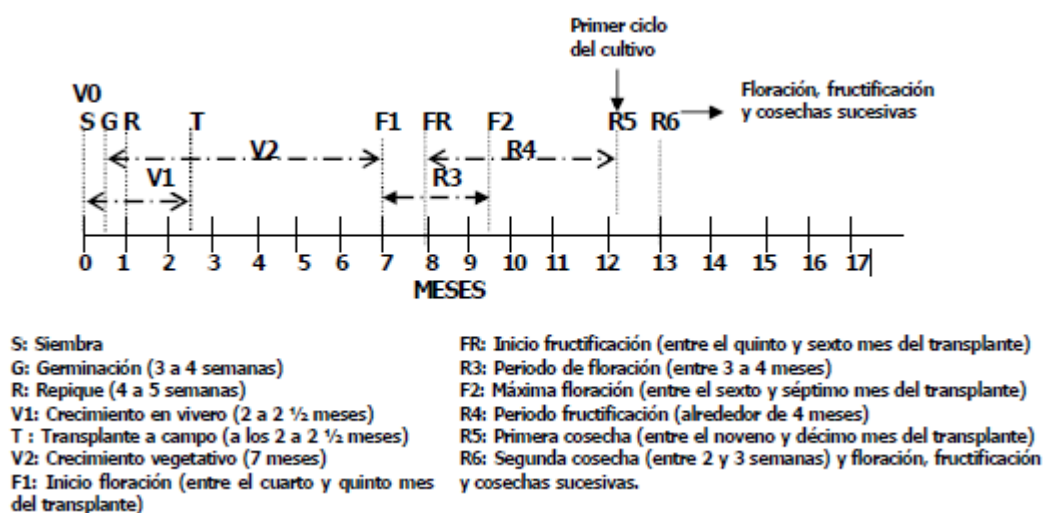
Para medir el volumen de la raíz, se lo realizó aplicando el principio de “Arquímedes”, utilizando 10 plantas de la parcela neta, al cumplir la primera fase fenológica, utilizando una probeta de 50ml.

2.9.7. Diámetro del tallo

Se midió el diámetro del tallo en cm. con un calibrador Vernier de 10 plantas de la parcela neta a 2 cm de la base del cuello de raíz.

2.9.8. Etapa fenológica inicial

Se determinó la etapa fenológica inicial analizando los días desde la siembra hasta la aparición de las hojas verdaderas



2.9.9. Costos de producción

Se determinaron los costos de producción, analizando lo que se invirtió en cada material utilizado.

2.10. Procesamiento de la Información

Los datos registrados fueron analizados mediante el método de “Tukey al 5%” a través del programa estadístico “INFOSTAT”

CAPÍTULO III

3. Resultados y Discusión

3.1. Características morfológicas.

En la presente investigación se observaron que las plántulas tenían similitudes y diferencias entre cada tratamiento, en el tratamiento 1 (Compost más cascajo) las plantas mostraron una coloración verde, de tallos erguidos y de tamaño normal, las hojas tuvieron mayor tamaño que el resto de tratamientos, plantas sanas, pero con muy bajo porcentaje de germinación, al revisar el suelo se observó que las semillas no se pudrieron solamente que no germinaron. En el Tratamiento 2 (Turba) las plantas no tuvieron enfermedades, fueron de mayor tamaño que el resto de los tratamientos, estas mostraron una coloración verde, de tallos erguidos, las hojas tuvieron menor tamaño en comparación al T1. En el Tratamiento 3 (Carbón-Cascarilla más Tierra Negra), las plantas mostraron coloración verde amarillento debido a que en este tratamiento la longitud radicular era más grande en comparación al resto de los tratamientos por lo que al cumplir la primera fase fenológica se la trasplanto a envases más grandes y esto determinó que la planta tomara una coloración verde ya que tenía más espacio, en este tratamiento las plantas eran más pequeñas en comparación al T2, las plantas tuvieron los tallos erguidos.

3.2. Resultados Análisis Estadístico.

3.2.1. Porcentaje de Germinación

Los resultados obtenidos en la variable porcentaje de germinación, fueron analizados con la prueba de Tukey al 5 %, obteniendo como respuesta que existen diferencias significativas para los sustratos aplicados, (Grafico 1). El sustrato 1 (Compost más Cascajo) presenta el promedio más bajo con un valor de 2,84% de germinación, en el sustrato 2 (Turba) se obtuvo el porcentaje más alto de germinación con 80,87%; seguido del sustrato 3 (Carbón-Cascarilla más tierra negra) en el que se obtuvo un porcentaje promedio de 78,41%. De esta manera se puede interpretar que los sustratos 2 y 3 son apropiados para la germinación de semillas de tomate de árbol bajo las condiciones de este experimento.

Según **Ortega, Sanchez, & Díaz (2010)** en su trabajo de investigación menciona que, al evaluar diferentes sustratos, en la Turba presentó un porcentaje más alto de germinación con un valor de 87,20% y en la mezcla de cascarilla de arroz con otros materiales orgánicos presentó un porcentaje menor de 75,20%. Llegando a determinar que el porcentaje de germinación depende tanto del sustrato a utilizarse como también del tipo de semilla que se va a utilizar ya que estas pueden ser semillas caseras como las que se germinaron en este experimento.

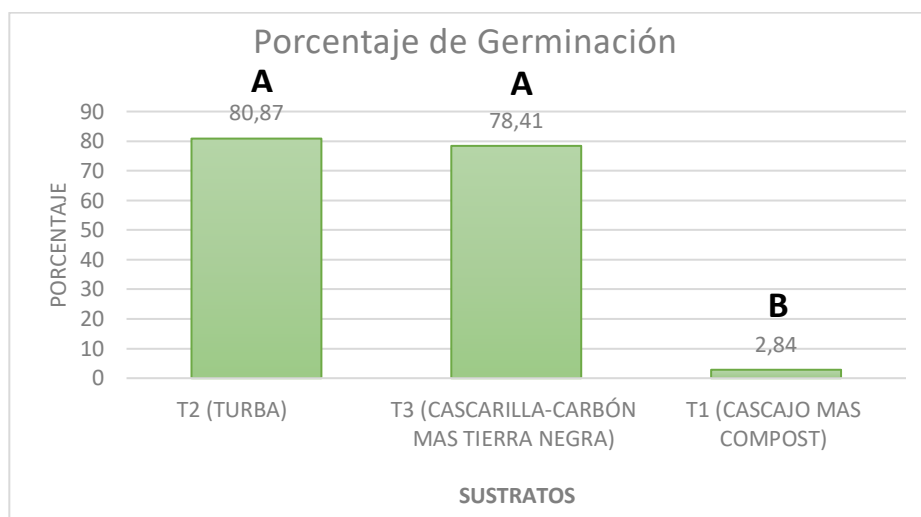


Gráfico 1. Medidas de los tratamientos para la variable “Porcentaje de germinación”

3.2.2. Altura de la planta

Realizada la prueba de Tukey al 5 % para la variable altura de planta, se observaron diferencias significativas para los sustratos estudiados (Gráfico 2), el promedio más alto corresponde al tratamiento 2 (Turba) con un valor de 8,57 cm, mientras que el tratamiento 1 (Compost más Cascajo) tuvo un promedio más bajo con un valor de 3,07 cm. Mediante el análisis estadístico y observaciones podemos deducir que al usar cascajo en polvo más compost para la elaboración de sustratos influye de manera negativa en la germinación de semillas de tomate de árbol, ya que probablemente no contiene condiciones necesarias de porosidad, temperatura y humedad para que las semillas puedan germinar.

En la investigación realizada por **Ortega, Sanchez, & Díaz (2010)**, se aprecia que al estudiar diferentes sustratos, la altura de las plantas con la utilización de (Turba) en 30 días alcanzo un promedio de 15 cm y según los estudios realizados por **Moreta (2014)**, al evaluar diferentes sustratos se obtuvo una altura de 2,01 cm con el sustrato (cascarilla de arroz y tierra negra) a los 45 días, en tanto que en el sustrato (compost y cascajo) a los 45 días se obtuvo una altura de 1,43 cm. Llegando a determinar que en nuestra investigación se obtuvo una altura superior cuando se utilizó turba como sustrato, por otro lado, en el caso del sustrato formado por cascarilla de arroz y tierra negra se obtuvo un resultado aceptable para esta variable.

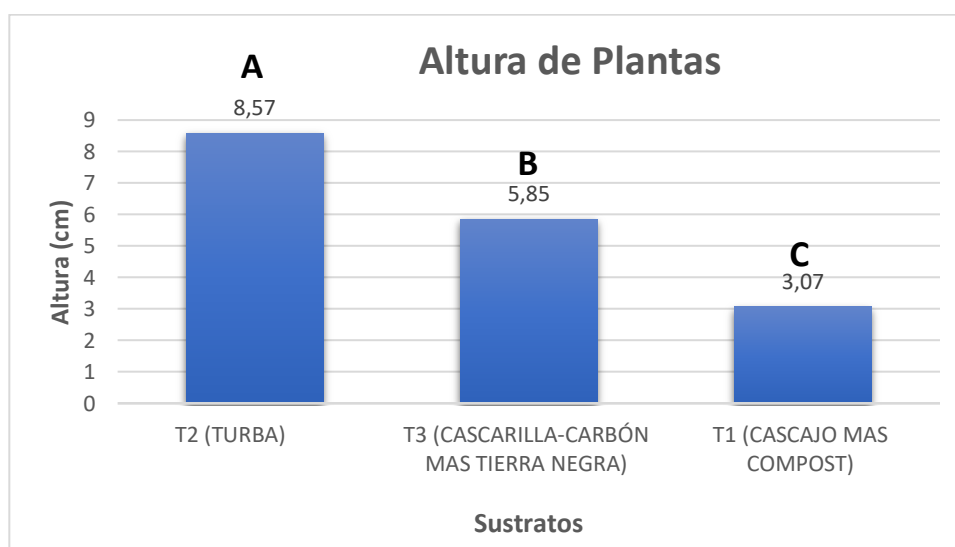


Gráfico 2. Medidas de los tratamientos para la variable “Altura de Planta”

3.2.3. Número de hojas verdaderas

Efectuada la prueba de Tukey al 5 % para la variable número de hojas verdaderas se observaron que no existe diferencias estadísticas (Graf. 3). Al cumplir la primera etapa fenológica (28-30 días). En el tratamiento T1 (Compost más Cascajo) las plantas presentaron una media de 2,6 hojas, en el tratamiento T2 (Turba) se observaron 4 hojas por planta en todas las bandejas y finalmente se observó en el tratamiento T3 (Carbón-cascarilla más Tierra Negra) un promedio de 3,6 hojas por planta.

Ortega, Sanchez & Díaz (2010), en su trabajo de investigación indica que el uso de sustratos profesionales o comerciales permiten un mejor desarrollo vegetativo de las plántulas de tomate de árbol llegando a tener en este mayor número de hojas (4) esta afirmación coincide con los resultados de nuestra investigación ya que con la utilización de turba se obtuvieron los mejores promedios en el número de hojas.

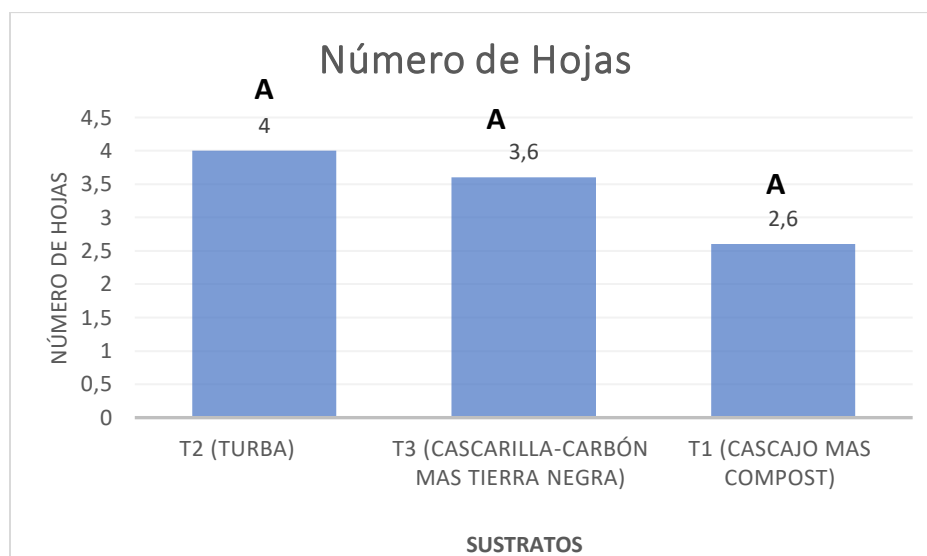


Gráfico 3. Medidas de los tratamientos para la variable “Número de Hojas Verdaderas”

3.2.4. Longitud Radicular

Mediante la prueba de Tukey al 5% para la variable longitud radicular se determinó que no existen diferencias estadísticas, solo numéricas ya que presentan medidas similares en todos los tratamientos (Gráfico 4). El sustrato que más resaltó fue del tratamiento 3 (Carbón-cascarilla más Tierra Negra) con un valor de 4,67 cm, seguido del tratamiento 2 (Turba) con una medida de 4,38 cm, mientras que el tratamiento 1 (Compost más Cascajo) tuvo una menor longitud radicular con un promedio de 2,47 cm.

De acuerdo con la investigación realizada por **Ilbay (2012)**, obtuvo mejores resultados con la utilización de tierra negra con otros materiales orgánicos con un promedio de longitud radicular de 6,65 cm en tanto que la utilización de turba tuvo un menor promedio

de longitud radicular con un valor de 5,22 cm, estas variaciones observadas al utilizar sustratos con materiales orgánicos se deben probablemente a la presencia de cantidades variables de nutrientes que produjeron una menor longitud radicular en relación con la turba utilizada en el experimento.

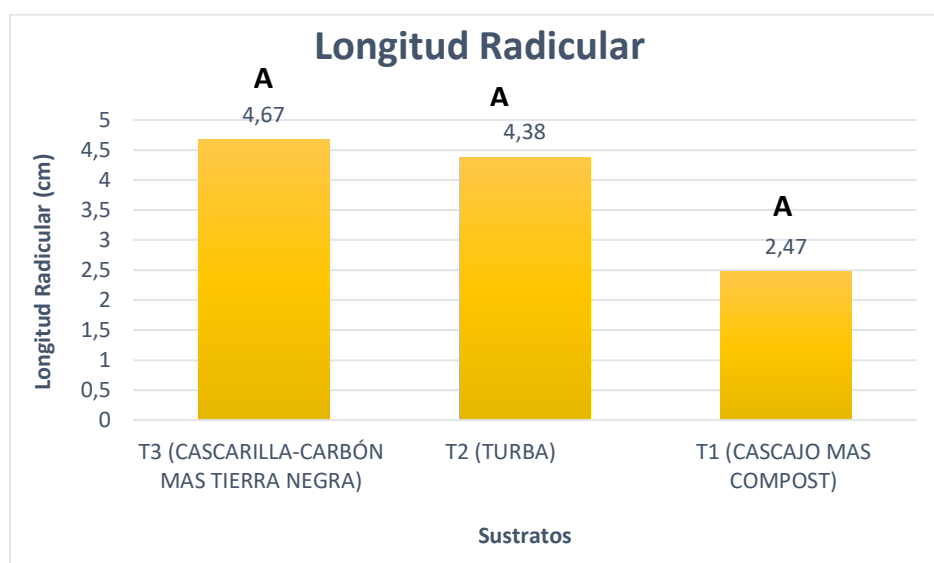


Gráfico 4. Medidas de los tratamientos para la variable “Longitud Radicular”

3.2.5. Volumen de la Raíz

La prueba de Tukey al 5 % para la variable volumen de la raíz presenta diferencias altamente significativas entre los tratamientos estudiados, el tratamiento 2 (Turba) presenta el mayor promedio con un valor de 0,56cc mientras que la medida más baja corresponde a los tratamientos T3 (Carbón-cascarilla más Tierra Negra) con un valor de 0,19cc y al tratamiento T1 (Compost más Cascajo) con un valor de 0,01cc; se puede decir que el uso de sustratos comerciales o profesionales para la obtención de plántulas de tomate de árbol, permite obtener mejores resultados ya que estas pueden contener condiciones adecuadas para un excelente enraizamiento de las plántulas.

Según **Padilla (2013)**, en su investigación menciona que en la turba se obtuvo un volumen promedio de 14,27 cm³ y en el sustrato donde se utilizó la tierra negra o suelo de

paramo con otros materiales orgánicos se obtuvo un volumen promedio de 1,62 cm³ respectivamente. La investigación realizada corrobora lo anotado por Padilla ya que en los dos casos la utilización de turba produjo mejores promedios en esta variable debido posiblemente a que proporciona las condiciones adecuadas de humedad, temperatura y aireación para un mejor desarrollo radicular de las plantas de tomate de árbol.

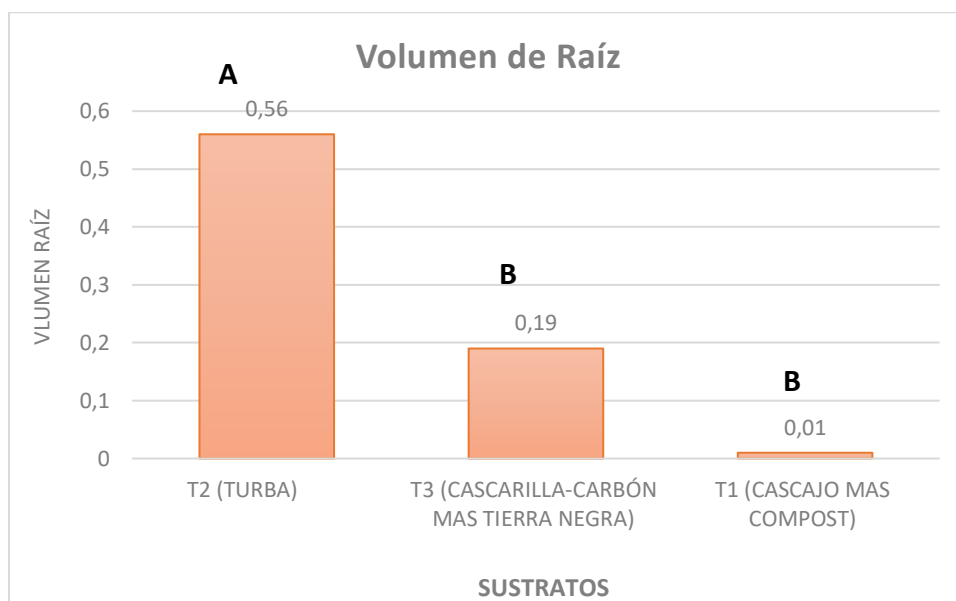


Gráfico 5. Medidas de los tratamientos para la variable “Volumen Raíz”

3.2.6. Diámetro del tallo

Realizada la prueba de Tukey al 5 % para la variable diámetro de tallo, se puede apreciar que no tiene diferencias estadísticas entre los tratamientos, el más sobresaliente es el tratamiento T2 (Turba) el cual posee una media de 0,59 cm, mientras que el de menor diámetro fue el tratamiento T1 (Compost más Cascajo) con un valor de 0,5 cm.

De acuerdo con el estudio realizado por **Jimenez (2018)**, cuando utilizó turba como sustrato se obtuvieron promedios superiores que cuando se utilizó tierra negra por lo que podemos decir que en nuestra investigación se obtuvieron resultados similares. Este comportamiento se debe probablemente a las condiciones proporcionadas por los sustratos utilizados.

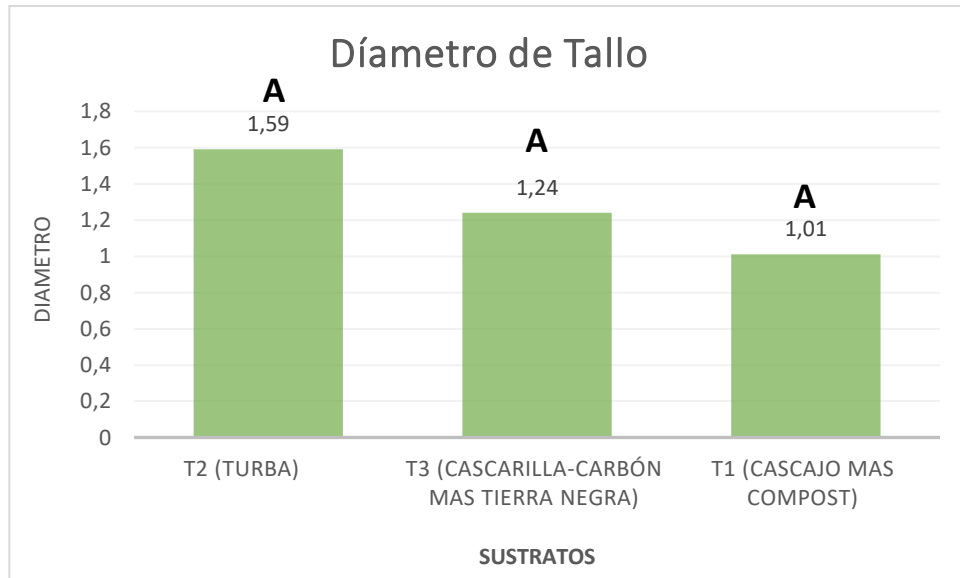
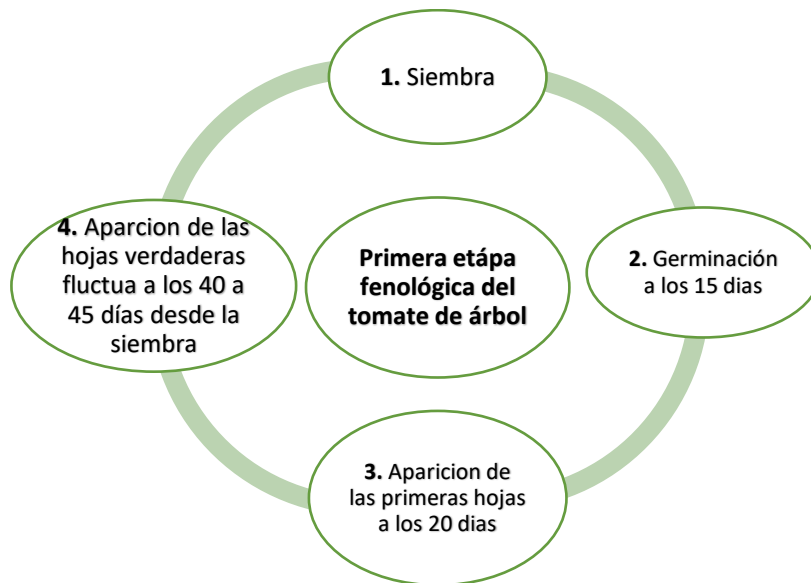


Gráfico 6. Medidas de los tratamientos para la variable “Díametro de Tallo”

3.3. Primera etapa fenológica del tomate de árbol

La primera fase o fase inicial empieza con la germinación del día 1 hasta el día 21 o máximo hasta el día 30. Esto depende del lugar en donde se encuentre, en nuestro caso la primera fase duro 28 días.



3.4. Costos de producción

En la presente investigación se estimó los costos de producción que utilizamos para producir plántulas de tomate de árbol.

En el tratamiento 1, (Compost 50 % más Cascajo 50 %) se utilizó 39,94 dólares para producir 530 plántulas de tomate, no obstante, se debe tomar en cuenta que en este sustrato no se obtuvo un buen porcentaje de germinación por lo que sería perder tiempo y dinero.

Tabla 1. Proyección de Costos de Producción Tratamiento 1.

Materiales	Formulaciones		
	T1		
	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Semillas	530	0,01	5,3
Compost	6 Lb	0,05	0,3
Cascajo	6 Lb	0,05	0,3
Bandejas	2	7	14
Jornal	12 h	1,67	20,04
Total			39,94

Costo total de plantas	Plantas	Precio Unitario
39,94	15	2,663

En el tratamiento 2 (Turba) utilizamos 40,54 dólares para producir 530 plántulas de tomate de árbol, en este tipo de sustrato se obtuvo un excelente porcentaje de germinación, por lo cual el precio obtenido por plántula sería de 0.094 \$ al finalizar la primera fase fenológica, analizando el vigor y la calidad de la planta se le agregaría 0.03 o 0.06 \$ más, por lo que cada plántula costaría alrededor de 0.12 o 0.15 \$. Lo que nos daría una excelente rentabilidad.

Tabla 2. Proyección de Costos de Producción Tratamiento 2

Materiales	Formulaciones		
	T2		
	Cantidad	Costo	Costo Total
Semillas	530	0,01	5,3
Turba	6 Lb	0,2	1,2
Bandejas	2	7	14
Jornal	12 h	1,67	20,04
Total			40,54

Costo total de plantas	Plantas	Precio Unitario
40,54	427	0,0949 \$

En el tratamiento 3 (Carbón-Cascarilla 50 % más Tierra Negra 50%) utilizamos 40,24 dólares para producir 530 plántulas de tomate de árbol, en este tipo de sustrato al igual que en el tratamiento 2 (Turba) obtuvimos un buen porcentaje de germinación, por lo cual el

precio obtenido por plántula sería de 0.097 \$ al finalizar la primera fase fenológica, analizando el vigor y la calidad de la planta se le agregaría 0.03 o 0.06 \$ más, por lo que cada plántula costaría alrededor de 0.12 o 0.15 \$. Lo que nos daría una excelente rentabilidad.

Tabla 3. Proyección de Costos de Producción Tratamiento 3

Materiales	Formulaciones		
	T3		
	Cantidad	Costo	Costo Total
Semillas	530	0,01	5,3
Carbón-Cascarilla	6 Lb	0,1	0,6
Tierra Negra	6 Lb	0,05	0,3
Bandejas	2	7	14
Jornal	12 h	1,67	20,04
Total			40,24

Costo total de plantas	Plantas	Precio Unitario
40,24	414	0,0972

CAPÍTULO IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Mediante el presente trabajo se evaluó tres tipos de sustratos con 4 repeticiones, de las cuales obtuvimos mejores resultados con la turba comercial y con el sustrato de Carbón + Cascarilla 50% y Tierra negra 50% las cuales nos dieron también un buen resultado, no obstante, no se puede decir lo mismo del sustrato de Compost más cascajo ya que no se obtuvieron buenos resultados con este tipo de sustrato.
- Con la utilización de los sustratos conformados por T1 Compost 50% más Cascajo 50%, T2 Turba (Substrate Pindstrup) y T3 Carbón + Cascarilla 50% y Tierra negra 50%, se pudieron observar las características morfológicas y en cada tratamiento fueron diferentes, en el primer tratamiento no se obtuvieron buenos resultados pero sin embargo las pocas plantas que germinaron presentaron un tamaño pequeño, el grosor del tallo era delgado, las hojas eran pequeñas pero tenían ese color verde oscuro, en el segundo tratamiento las plántulas crecieron más rápido, las hojas tenían un color verde oscuro, los tallos eran más gruesos, en el tercer tratamiento las plantas presentaban un color amarillento, con tallos delgados, crecían lento.
- La germinación de plántulas de tomate de árbol en los diferentes sustratos nos indica que dos de los sustratos son buenos para la germinación, pero una de ellas no. En el primer tratamiento se puede observar que es desfavorable el porcentaje de germinación que se obtuvo con este tipo de sustrato ya que solo nos da una totalidad de 2,83 %, en el segundo tratamiento nos da un porcentaje de germinación de 80,86% la cual es buena para germinar semillas de tomate de árbol y finalmente en el tercer tratamiento nos da un porcentaje de germinación de 78,40%, la cual nos indica que con este tipo de sustrato también obtenemos buenos resultados.
- Se pudo observar que el tomate de árbol es cambiante de acuerdo al clima en el que se encuentra, inicialmente es muy delicado por lo cual es necesario colocar agua con delicadeza ya que la planta con un mínimo rose se estresa y tiende a morir.

- En cuanto a los análisis del costo de producción se puede mencionar que el sustrato que implica menor costo es el de Carbón + Cascarilla 50% y Tierra negra 50%, basado en que estos materiales que lo conforman son fáciles y económicos de encontrar y el que implica mayor costo corresponde a la Turba (Substrate Pindstrup), basado en que este tipo de sustrato ya es procesado e implica mayor costo.

4.2. Recomendaciones

- ❖ Se recomienda utilizar como alternativa el sustrato hecho a base de Carbón + Cascarilla 50% y Tierra negra 50%, ya que con esta también se obtienen buenos resultados.
- ❖ Para obtener plantas de calidad se recomienda utilizar un sustrato que cumpla con los requerimientos de la semilla para subir el índice de germinación y aumenta la rentabilidad con características de tipo de sustrato ya que deseadas de cada una de ellas y no exista problemas al trasplante y puedan adaptarse a cambios climáticos.
- ❖ Al utilizar el sustrato hecho a base de Carbón + Cascarilla 50% y Tierra negra 50%, se debe trasplantarlas a los 21 días después de germinadas ya que al dejarlas que cumplan un mes estas tienden a amarillarse.
- ❖ Se recomienda no utilizar los sustratos de (Cascajo más Compost) ya que por no se obtuvieron buenos resultados en germinación de las semillas.

CAPÍTULO V

Material Bibliográfico

Bibliografía

- Bures, S. (2013). *Tipos de Sustratos, Manejo de Sustratos*. https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm.
- Chen Lopez, J. (2022). *Manejo nutricional para germinacion de semillas y plantas juvenes*. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/manejo-nutricional-para-germinacion-de-semillas-y-plantas-jovenes/>.
- Chen, J. (2020). *Principios basicos de los sustratos. Servicios al Productor*. <https://www.pthorticulture.com/media/4065/principios-b%C3%A1sicos-de-los-sustratos-es.pdf>.
- Cruz, C. (2021). *Evaluación de seis Tipos de Sustratos Lignocelulosicos, como Alternativas para la propagacion del Patron de Rosas sp.Variedad Natal Briar*. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/25226/1/T-IASA%20I-005711.pdf>.
- Cruz, E., Can, A., Sandoval, M., Bugari, R., & Robles, A. &. (2012). *Sustratos en la Horticultura, Biociencias*. Mexico: Xalisco - Nayarit.
- Defaz, C. (2016). *Evaluación de Diferentes tipos de sustratos en Vivero de Cacao (Theobroma cacao)*. Quevedo-Ecuador: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7f85c8ab-3875-40f0-b6fa-5709034f2da8/content>.
- Estevez, M. (2019). *Evaluación de diferentes medios de cultivo para la germinación in vitro de semilla de cultivares de tomate de árbol (Solanum betaceum)*. <http://www.ds.pace.uce.edu.ec/bitstream/25000/18877/1/T-UCE-0004-CAG-102.pdf>.
- Fields, J., & Fonteno, W. &. (2014). Hydrophysical Properties, Moisture Retention, and Drainage Profiles of Wood and Traditional Components for Greenhouse Sustrates. *HortSciencie*, 1 - 6.

- Garcia, A. (2019). *Manejo de Sustratos para el Cultivo de Plantas en contenedores*. https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/6737/INTA_CRBsAsNorte_EEASanPedro_Garcia_LM_Manejo_sustratos_cultivo_contenedor.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- Guangatal, C. (2020). *Evaluacion de sustratos organicos para la Produccion de Plantulas de brocoli (Brassicaoleracea Var. Italica)*. Cevallos - Ecuador: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36439/1/005%20Agronom%C3%ADa%20-%20Guangatal%20Tipanguano%20Cesar%20El%C3%ADas.pdf>.
- Hidalgo, P., & Sindoni, M. &. (2009). Importancia de la Seleccion y Manejo Adecuado de Sustratos en la Produccion de Plantas Frutales en vivero. *UDO Agricola* 9 (2), 282 - 288 .
- Ilbay, L. (2012). *Evaluacion de sustratos sorganicos para la produccion de plantulas de brocoli (Brassica olearacea Var. Italica)*. Tesis de grado. Universidad Tecnica de Ambato.
- InfoAgro. (2017). *Tipos de sustratos de cultivo*. <https://mexico.infoagro.com/las-propiedades-de-los-sustratos-de-cultivo/>.
- Jimenez, C. (2018). *Evaluacion de Sustratos Organicos con la Aplicacion de Trichotic para la obtencion de Plantas de Mora (Rubus glaucus Benth)*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/28606/3/Tesis-210%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20602final.pdf>.
- MAG. (2005). *Ministerio de Agricultura y Ganaderia. Programa Nacional de Frutas del Salvador. Guia Tecnica de Semilleros y Viveros Frutales*. <http://repiica.iica.int/docs/B0507e/B0507e.pdf>.
- Masaguer, a. &. (2006). *Sustratos Para Viveros*. http://www.horticom.com/revistasonline/revistas/viveros06/m_cruz_a_masaguer.pdf.

- Mesa, J. (2020). *Pasos para preparar un buen sustrato para semilleros. Entre semillas.* <https://entresemillas.com/blog/pasos-para-preparar-un-buen-sustrato-para-semilleros/>.
- Monge, A. (2007). *Evaluacion del crecimiento y desarrollo de plátulas de tomate (Lycopersicon esculentum) Mill Y Chile Dulce (Capsicum annuum) Linn, Mediante la utilizacion de seis sustratos y tres metodos de fertilizacion en el Canton de San Carlos, Costa Rica.* . <https://core.ac.uk/download/pdf/60991235.pdf>.
- Moreta, R. (2014). *Evaluacion de Tres Sustratos y Cuatro Dosis de Humus para la Producción de Primula (Primula acaulis), Bajo Invernadero. Quito Pichincha. Quito - Pichincha:* <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2775/1/T-UC-0004-83.pdf>.
- Ordoñez, C. (2017). *Evaluacion de humus y compost en mezclas con materiales organicos como sustratos alternativos para la produccion de plantulas de brocoli (Brassica oleracea L.) en la quinta experimental docente la Argelia. Loja - Ecuador:* <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18473/1/CLAUDIO%20ALEXANDER%20ORDO%c3%91EZ%20CABRERA.pdf>.
- Ortega, L., Sanchez, J., & Díaz, R. &. (02 de Octubre de 2010). *Efecto de Diferentes sustratos en el crecimiento de Plantulas de Tomate (Lycopersicum esculentum MILL).* Obtenido de Ra Ximhai: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005.pdf>
- Padilla, V. (2013). *Evaluacion de sustratos para la obtencion de plantas de tomate de arbol (Solanum Betaceum) con la utoñozacion de bandejas. Cevallos - Ecuador:* <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29040/1/Tesis-217%20%20Ingenier%c3%ada%20Agron%c3%b3mica%20-CD%20613.pdf>.
- Picon, R. (2013). *Evaluacion de sustratos alternativos para la produccion de pilones del cultivo de tomate Lycoersicon esculentum Mill. En los municipios de Esquipulas y Chiquimula, departamento de Chiquimula, Guatemala. 2011. Chiquimula - Guatemala:* http://cunori.edu.gt/descargas/TESIS_RIGOBERTO_PICN.pdf.

- Quesada, G. &. (2005). *Evaluacion de Sustratos para almacigos de hortalizas. Agronomia Mesoamericana 16(2)*. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43716207.pdf>.
- Romoa, M. (2010). *Produccion de Plantines. Floricultura/Horticultura. Voces y Ecos. N 30*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_vocesyecos_nro30_produccion_de_plantines.pdf.
- Torres, F. (2022). *Efecto De La Aplicación De Yodo En La Germinación De Semilla De Tomate De Árbol (Solanum betaceum)*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/>

ANEXOS

Análisis Estadístico

Anexos 1. Análisis paramétricos

Tabla 4. Análisis de la varianza para el porcentaje de germinación

% Geminación					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
% Geminación	12	0,99	0,99	8,09	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15826,07	5	3165,21	165,56	<0,0001
Bloques	85,32	3	28,44	1,49	0,3100
Tratamientos	15740,74	2	7870,37	411,66	<0,0001
Error	114,71	6	19,12		
Total	15940,78	11			

Tabla 5. Prueba de Tukey para porcentaje de germinación

Tratamientos	Medias	Rango
T2	80,87	A
T3	78,41	A
T1	2,84	B

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

Tabla 6. Análisis de la varianza para altura de planta (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Altura de Plantas	12	0,88	0,79	20,60	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	65,38	5	13,08	9,08	0,0091
Bloques	4,71	3	1,57	1,09	0,4224
Tratamientos	60,67	2	30,33	21,05	0,0019
Error	8,64	6	1,44		

Tabla 7. Prueba de Tukey para altura de planta (cm)

Tratamientos	Medias	Rango
T2	8,57	A
T3	5,85	B
T1	3,07	C

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

Tabla 8. Análisis de la varianza para número de hojas verdadera

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# Hojas	12	0,54	0,16	29,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,19	5	1,44	1,43	0,3341
Bloques	3,03	3	1,01	1,01	0,4522
Tratamientos	4,16	2	2,08	2,07	0,2071
Error	6,03	6	1,00		
Total	13,22	11			

Tabla 9. Prueba de Tukey para número de hojas verdaderas

Tratamientos	Medias	Rango
T2	4,00	A
T3	3,60	A
T1	2,60	A

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

Tabla 10. Análisis de la varianza para longitud radicular (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Long. Raíz	12	0,55	0,18	40,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18,39	5	3,68	1,48	0,3196
Bloques	6,94	3	2,31	0,93	0,4803
Tratamientos	11,45	2	5,72	2,31	0,1802
Error	14,86	6	2,48		
Total	33,24	11			

Tabla 11. Prueba de Tukey para longitud radicular (cm)

Tratamientos	Medias	Rango
T3	4,67	A
T2	4,38	A
T1	2,47	A

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

Tabla 1. Análisis de la varianza para Volumen de raíz (cc)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Vol. Raíz	12	0,87	0,76	52,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,67	5	0,13	7,80	0,0133
Bloques	0,05	3	0,02	1,05	0,4370
Tratamientos	0,61	2	0,31	17,94	0,0029
Error	0,10	6	0,02		
Total	0,77	11			

Tabla 13. Prueba de Tukey para Volumen de raíz (cc)

Tratamientos	Medias	Rango
T2	0,56	A
T3	0,19	B
T1	0,01	B

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

Tabla 14. Análisis de la varianza para diámetro de tallo (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
diámetro	12	0,52	0,12	32,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,13	5	0,23	1,30	0,3740
bloques	0,44	3	0,15	0,85	0,5147
tra	0,69	2	0,34	1,98	0,2190
Error	1,04	6	0,17		

Tabla 15. Prueba de Tukey para diámetro de tallo (cm)

Tratamientos	Medias	Rango
T2	0,59	A
T3	0,24	A
T1	0,1	A

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

Anexos 2. Fotografías



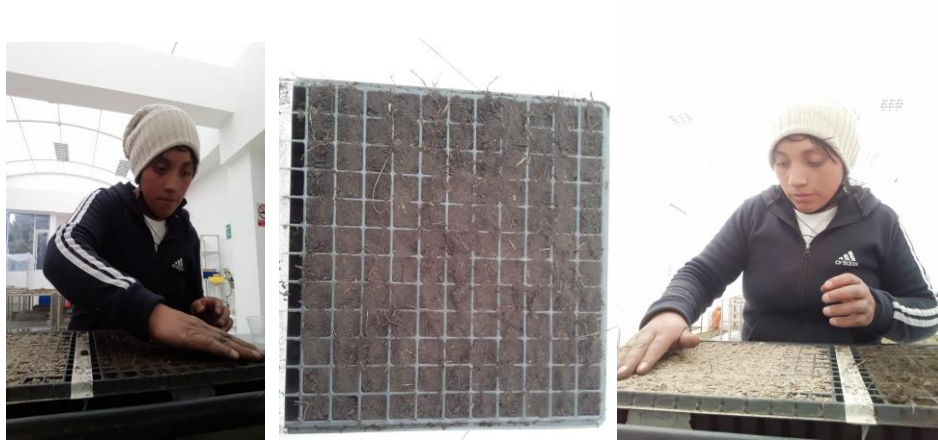
Adquisición de materiales



Pesado de los materiales organicos



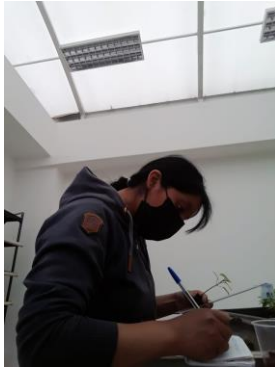
Mezclado de los materiales organicos para la elaboracion del sustrato



Colocacion del sustrato en las bandejas



Siembra en las bandejas de plastico



Toma de datos de cada sustrato y repetición