

Universidad Nacional Experimental  
de los Llanos Occidentales  
"EZEQUIEL ZAMORA"



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

VICERRECTORADO  
DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
ESTADO PORTUGUESA

Programa Ciencias del Agro y del Mar  
Ingeniería Agronómica

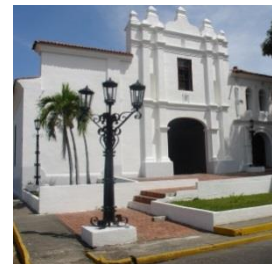
**EFFECTO DE TRES SUSTRATOS EN LA EMERGENCIA Y  
DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Solanum  
lycopersicum*) VARIEDAD RIO GRANDE, EN VIVERO.**

**Autora: Yelismar B. Vargas R.  
Tutor: José A. Guerrero B.**

**Guanare; Enero 2023**



Universidad Nacional Experimental  
De los llanos Occidentales  
"Ezequiel Zamora"  
Vicerrectorado Producción Agrícola  
**Programa:** Ciencias del Agro y del Mar  
**Subprograma:** Ingeniería agronómica  
**Sub-Proyecto:** Aplicación de Conocimientos II



**EFFECTO DE TRES SUSTRATOS EN LA EMERGENCIA Y  
DESARROLLO DE PLÁNTULAS  
DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) VARIEDAD RIO  
GRANDE, EN VIVERO.**

Requisito parcial para optar al grado de  
*Ingeniero agrónomo*

**Autora:** Yelismar B.Vargas R.  
**Tutor:** José A. Guerrero B.

Guanare; Enero 2023

## ACTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **Jose A. Guerrero B.** Cédula de identidad N° 9251966 , en mi carácter de tutor del, Trabajo Especial de Grado titulado **EFFECTO DE TRES SUSTRATOS EN LA EMERGENCIA Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) VARIEDAD RIO GRANDE, EN VIVERO**, presentado por la ciudadana: **Yelismar Betanaia Vargas Rojas C.I: 26503798**, Para optar al título de ingeniero agrónomo, por medio de la presente certifico que he leído el Trabajo y considero que reúne las condiciones necesarias para ser defendido y evaluado por el jurado examinador que se designe.

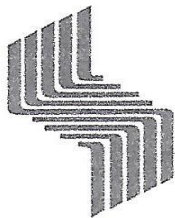
En la ciudad de Guanare, a los 13 días del mes de Abril del año 2023.

Nombre y Apellido: **Jose A. Guerrero B**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jose A. Guerrero B.', is written over a faint, light-colored rectangular stamp or watermark.

---

Firma de Aprobación del tutor



LA UNIVERSIDAD QUE  
SIEMBRA

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL  
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES  
EZEQUIEL ZAMORA  
VICE-RECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
PROGRAMA DE CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR  
SUBPROGRAMA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**ACTA**

El 12 de Mayo de 2023 en las instalaciones del Vicerrectorado de Producción Agrícola de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ), en Mesa de Cavacas (Guanare, Edo Portuguesa), se reunió el jurado integrado por los profesores Wagner Galindez y Jose Guisasa, para evaluar el trabajo de Aplicación de Conocimientos II (tesis de grado) titulado "EFECTO DE TRES SUSTRATOS EN LA EMERGENCIA Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) VARIEDAD RIO GRANDE, EN VIVERO" de la ciudadana Vargas Yelismar C.I.:26.503.798 Evaluado el referido trabajo, la calificación del jurado promedió (4,24) puntos sobre cinco (nota aprobatoria).

Guanare 12 de Mayo de 2023

Prof. [Signature]  
C.I. 9251966  
Tutor - jurado

Prof. WAGNER GALINDEZ  
C.I. 9405810  
Jurado

Prof. Jose Guisasa  
C.I. 16.475.391  
Jurado

Prof. Carmen Jimenez  
Carmen Jimenez  
Jefe Subproyecto Aplicación  
de Conocimientos II (Agronomía)

Prof. Dr Pedro Salazar  
Pedro Salazar  
Jefe del Sub-Programa Ingeniería  
Agronómica

Prof. Maria Luisa Andrade

Maria Luisa Andrade  
Jefe de Programa  


## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme sabiduría y entendimiento para culminar esta meta.

Agradezco a mis padres y en especial a mi madre por siempre apoyarme y confiar en mí, a mis hermanas Maryelin y Marbely por ayudarme en este largo camino los amos infinitamente.

Un agradecimiento muy especial a todos los profesores por todo el apoyo brindado durante el transcurso de mis estudios y gracias por compartir sus conocimientos.

Un agradecimiento muy especial a mi profesor asesor el Ing. José Guerrero por todo el apoyo brindado durante el transcurso de mi trabajo, gracias por compartir sus conocimientos y confiar en mí.

A Katherin Rosales, por compartir sus conocimientos conmigo y ayudarme de una forma u otra y el apoyo brindado durante el transcurso de estos meses.

A todos aquellos amigos y compañeros que me ayudaron de alguna manera (Francisco Goyo, Luis Carlos, José Daniel, Claudia y Alondra) gracias a todos.

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	v
LISTA DE TABLAS .....	viii
LISTA DE CUADROS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	11
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. ....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1 Formulación del Problema.....	3
1.2 Importancia de la Investigación .....	5
1.3 Objetivos de la Investigación.....	6
1.3.1 Objetivos General. ....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
CAPÍTULO II. ....	7
MARCO TEÓRICO. ....	7
2.1 Revisión de Literatura.....	7
2.2 Bases Conceptuales.....	11
2.2.1 Características generales del tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> ). ..	11
2.2.2 Origen y distribución. ....	13
2.2.3 Descripción taxonómica y botánica.....	14
2.2.4 Características del tomate variedad Rio grande .....	15
2.2.5 Sustratos.....	15
2.2.6 Tipos de sustratos.....	16
2.2.7 Sustratos.....	17
CAPÍTULO III. ....	20
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.1 Ubicación del ensayo de campo.....	20
3.2 Naturaleza de la investigación.....	20
3.3 Diseño de la investigación.....	21
3.4 Diseño Experimental. ....	21

3.5. Población y muestra .....	22
3.6 Análisis de datos. ....	22
3.7 Preparación de sustratos y distribución de los tratamientos.....	22
3.7.1 Distribución de los tratamientos en campo. ....	23
3.9 Descripción de tratamientos .....	24
3.9.1 Llenado de vasos.....	25
3.9.2 Siembra. ....	25
3.10 VARIABLES MEDIDAS .....	25
3.11 VARIABLES MEDIDAS EN TODAS LAS PLANTAS.....	28
CAPÍTULO IV.....	30
4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	30
4.1.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	30
4.1.2 NÚMERO DE HOJAS VERDADERAS .....	30
4.1.3 ALTURA DE TALLOS.....	33
4.1.4 DIAMETRO DE TALLOS.....	35
4.1.5 EXTENSIÓN HORIZONTAL DE LA RAÍZ (EHR) .....	38
4.1.6 LONGITUD DE LA RAÍZ .....	39
4.1.7 PORCENTAJE DE EMERGENCIA .....	41
4.1.8 PORCENTAJE PLANTAS EFECTIVAS .....	44
CAPITULO V.....	45
CONCLUSIONES. ....	45
RECOMENDACIONES.....	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. ANDEVA CH para los 13 días (hojas13d).....	30
Tabla 2. ANDEVA CH para los 21 días (hojas21d).....	31
Tabla 3. ANDEVA CH para los 29 días (hojas29d).....	31
Tabla 4. Promedio de número de hojas de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05). .....	31
Tabla 5. ANDEVA AT para los 13 días (Altura de tallo13).....	33
Tabla 6. ANDEVA AT para los 21 días (Altura de Tallo21) .....	33
Tabla 7. ANDEVA AT para los 29 días (Altura de tallo29).....	33
Tabla 8. Promedios de altura de tallos en cm, de los tratamientos por días,s, .....	34
Tabla 9. ANDEVA DT para los 13 días (Diámetro del tallo13d).....	35
Tabla 10. . ANDEVA DT para los 21 días (Diámetro del tallo21d) .....	36
Tabla 11. ANDEVA DT para los 29 días (Diámetro del tallo29d) .....	36
Tabla 12. Promedios de diámetros del tallo en mm, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05). ..	36
Tabla 13. Análisis de la varianza completamente aleatorizado para la extensión horizontal de la raíz. ....	38
Tabla 14. Promedios de la extensión horizontal de la raíz en cm, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).....	38
Tabla 15. Análisis de la varianza completamente aleatorizado para longitud de la raíz: .....	40
Tabla 16. Promedios de longitud de la raíz en cm, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05). ..	40
tabla 17. Análisis de la varianza completamente aleatorizado para emergencia de plántulas a los 6 días. ....	42
Tabla 18. Análisis de la varianza completamente aleatorizado para emergencia de plántulas a los 7 días: .....	42



Tabla 19. Análisis de la varianza completamente aleatorizado para emergencia de plántulas a los 8 días. ....	42
Tabla 20. Promedio de porcentaje de emergencia de los días 6, 7 y 8 después de la siembra. ....	43

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentaje de plantas afectivas .....	44
---	----

## LISTA DE FIGURA

FIGURA 1 . Ubicación relativa del área de estudio. ....	20
FIGURA 2. Distribución de los tratamientos. ....	23
FIGURA 3. Distribución de los tratamientos en campo. ....	24
FIGURA 4. Numero de hojas verdaderas .....	25
FIGURA 5. Altura de la planta 13 dds.....	26
FIGURA 6. Altura de la planta 21 dds.....	26
FIGURA 7. Diámetro del tallo.....	27
FIGURA 8. Medición de la Extensión horizontal de la raíz (EHR) (sustrato 1) .....	27
FIGURA 9. Medición de la longitud de la raíz (sustrato 1) .....	28
FIGURA 10. Tendencia por día del número de hojas verdaderas y comparación de medias por día.....	32
FIGURA 11. Tendencia del promedio de altura de tallos en cm y comparación de medias por día.....	35
FIGURA 12. Tendencia del promedio de diámetros de tallos en mm y comparación de medias por día.....	37
FIGURA 13. Tendencia del promedio de la extensión horizontal de la raíz en cm y comparación de medias.....	39
FIGURA 14. Tendencia del promedio del largo de la raíz en cm y comparación de medias. ....	41
FIGURA 15. Tendencia del promedio de porcentaje de emergencia de las plantas a través de los días .....	44



Universidad Nacional Experimental  
De los llanos Occidentales  
"Ezequiel Zamora"  
Vicerrectorado Producción Agrícola  
**Programa:** Ciencias del Agro y del Mar  
**Subprograma:** Ingeniería agronómica  
**Sub-Proyecto:** Aplicación de Conocimientos II



## **EFFECTO DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA EMERGENCIA Y DESARROLLO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) VARIEDAD RIO GRANDE, EN VIVERO .**

**AUTOR:** Yelismar Vargas C.I 26.503.798  
**TUTOR:** José guerrero  
**AÑO:** 2023.

### **RESUMEN**

Los viveros son el punto de partida que marca, en parte, el futuro de la cosecha, si las plantas germinan con normalidad y desarrollan vigorosamente, llegarán al trasplante con una sanidad y vigor capaces de tolerar las adversidades que pueden producirse en el lugar definitivo, el objetivo de esa investigación fue evaluar el efecto de tres sustratos en la emergencia y desarrollo de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Rio grande, en vivero. Se implementó un diseño de bloques completamente al azar, con 3 tratamientos, el tratamiento (1) humus de lombriz, el tratamiento (2) estiércol de ganado y tratamiento (3) humus de lombriz 50% y estiércol de ganado 50% y 3 repeticiones por tratamiento, cada repetición correspondía a la siembra en vasos plásticos de 2,5 onzas de capacidad, en donde de cada repetición, para cada tratamiento se seleccionaron 10 plantas y marcadas aleatoriamente se les hicieron mediciones en el tiempo después de la siembra, de altura del tallo, número de hojas verdaderas, diámetro del tallo, porcentaje de emergencia en días determinados y porcentaje de plantas efectivas, hasta cumplir un mes. El análisis de los resultados indicó que luego de terminadas las mediciones de las plantas se concluye que el tratamiento T1 se vieron resultados más favorables en la emergencia y desarrollo días después de la siembra.

**Palabras clave:** Vigor, humus, plántulas, sanas, ensayo.



Universidad Nacional Experimental  
De los llanos Occidentales  
"Ezequiel Zamora"  
Vicerrectorado Producción Agrícola  
**Programa:** Ciencias del Agro y del Mar  
**Subprograma:** Ingeniería agronómica  
**Sub-Proyecto:** Aplicación de Conocimientos II



EFFECT OF THREE SUBSTRATES ON THE EMERGENCY AND  
DEVELOPMENT OF SEEDLINGS OF TOMATO (*Solanum lycopersicum*)  
RIO GRANDE VARIETY, IN NURSERY.

**AUTOR:** Yelismar Vargas C.I 26.503.798

**TUTOR:** Jose A. Guerrero B.

**AÑO:** 2023

#### ABSTRACT

The nurseries are the starting point that marks, in part, the future of the harvest, if the plants germinate normally and develop vigorously, they will arrive at the transplant with a health and vigor capable of tolerating the adversities that can occur in the final place, The objective of this research was to evaluate the effect of three substrates on the emergence and development of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum*) of the Rio Grande variety, in a nursery. A completely randomized block design was implemented, with 3 treatments, treatment (1) earthworm humus, treatment (2) cattle manure and treatment (3) earthworm humus 50% and cattle manure 50% and 3 repetitions. per treatment, each repetition corresponded to the sowing in plastic cups of 2.5 ounces of capacity, where from each repetition, for each treatment, 10 plants were selected and randomly marked, measurements were made in the time after sowing, of height of the stem, number of true leaves, diameter of the stem, percentage of emergence on certain days and percentage of effective plants, up to one month. The analysis of the results indicated that after finishing the measurements of the plants it is concluded that the T1 treatment showed more favorable results in the emergence and development days after sowing.

**Keywords:** vigor, humus, seedlings, healthy, test

## INTRODUCCIÓN

El suelo es un soporte para el crecimiento de la vegetación en la naturaleza, este material es usado en viveros por diversos factores tales como: su disponibilidad, costo, fácil obtención, entre otros. (Arteaga, 2003). El sustrato es un material sólido, natural, residual, mineral u orgánico, distinto del suelo, que colocado en un recipiente en forma pura o mezcla desempeña el papel de anclaje y soporte para la planta. Así también, el sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta pero cabe recalcar que el uso de un buen sustrato dará buenas plantas, ya que las etapas más críticas son las primeras semanas después de la germinación de la planta por tanto, un buen sustrato implica un buen almacigo y este es un requerimiento real para la obtención de un buen cultivo (Guzmán, 2003).

En ese sentido, el tomate es un cultivo considerado importante por ser una hortícola que tiene un mayor consumo por ser un ingrediente muy usado en la gastronomía y en alimentos procesados si bien, este cultivo tiende a consumir un litro de agua al día en invernadero. Por ello, en una producción agrícola el acondicionamiento y climatización son los principales factores que deben tomarse en cuenta, ya que un déficit limita el desarrollo óptimo de la planta, lo que afecta directamente en el rendimiento (Sánchez et al, 2009).

Para garantizar el éxito en la producción de plántulas de tomate se debe tener en cuenta en primer lugar, la calidad de las semillas, luego, el manejo adecuado de las plántulas en la etapa de vivero, y los sustratos disponibles. Existen en el mercado sustratos comerciales, con costos

elevados lo que impide su utilización. En efecto, uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba de musgo (*Sphagnum* peat moss); sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su costo elevado y explotación no sostenible, ha comenzado a restringir su uso (Fernández, 2006).

Esto ha motivado la búsqueda de otros sustratos entre los que destacan el compost producido a partir de materiales orgánicos vegetales y animales. Es importante señalar, que el humus de lombriz posee un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas. Ofrece a las plantas una alimentación equilibrada con los elementos básicos utilizables y asimilables por sus raíces (Dominguez, 2010).

Por otra parte, el estiércol es el fertilizante orgánico alto en contenido de nitrógeno y en materia orgánica. Se ha utilizado desde la antigüedad para aprovechar los residuos del ganado y también, restaurar los niveles de nutrientes de los suelos (Arellano, 2015).

En Venezuela, la producción de tomate representa uno de los rubros más importantes dentro del subsector agrícola vegetal. Donde su cultivo de tomate requiere de ciertas condiciones y medios para llevarse a cabo, uno de los principales factores que determinan el éxito del cultivo, es el sustrato o medio de crecimiento de la planta (Jaramillo, 2006).

Dentro de este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar efecto de tres sustratos sobre la emergencia y desarrollo de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Rio Grande, en vivero.

## **CAPÍTULO I.**

### **EL PROBLEMA.**

#### **1.1 Formulación del Problema.**

El tomate (*Solanum lycopersicum*), es una de las hortalizas más importante en el mundo. A pesar de la importancia del cultivo, su productividad se ve afectada por diversos factores entre los que sobresale la baja calidad de los suelos, es decir suelos que después del algún tiempo de ser utilizados se vuelven improductivos de tal forma, que el éxito en la producción de plántulas implica varios factores, pero dos de los más importantes, lo constituyen el sustrato o medio de crecimiento y la nutrición, que se aplique a la planta (López, 2021)

En el caso del tomate, puede ser establecido en recipientes (vasos y bandejas); adecuado para depositar las semillas, en condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad. A fin de obtener una mejor emergencia desde su primera etapa de desarrollo hasta su trasplante al campo (Gonzalez, 2003). De esta manera un mal manejo del vivero estaría originando plantas que no sobrevivirían al campo después de ser trasplantadas debido a la mala calidad de plantas producidas, esta mala calidad seria origen de una mala elección de semilla o mal selección de sustrato, donde seguidamente se relaciona el manejo ineficiente en el vivero, tomando en cuenta lo expresado se estaría evaluando su emergencia y desarrollo para asegurar una sobrevivencia en campo.

En las últimas dos décadas, el uso de sustratos comerciales se ha implementado en la producción de tomate, en la mayoría de los casos se

utilizan sustratos que han generado dependencia tecnológica, costos de producción elevados y agotamiento acelerado de los recursos naturales (Lazcano, 2022). Es por ello que debido al papel importante que juegan estos sustratos, resulta conveniente realizar investigaciones para encontrar un sustrato adecuado con materiales locales y de fácil acceso.

Esta problemática ha llevado a desarrollar este estudio, cuyo objetivo es contribuir al mejoramiento de la productividad del cultivo de tomate en vivero, mediante la evaluación del efecto de tres sustratos sobre la emergencia y desarrollo de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Rio Grande, en vivero. Para de esta manera aportar información necesaria para grandes y pequeños productores. Por consiguiente, se desarrollan las siguientes interrogantes ¿Qué diferencias existen en el efecto de cada sustrato en emergencia y desarrollo de las plántulas de tomate? Así como ¿Cuál de estos tres tipos de sustratos generará plantas óptimas para el transplante?

## 1.2 Importancia de la Investigación

En la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, época, sistema de propagación, costo, disponibilidad y características propias del sustrato. (Abad y Noguera 2000)

De esta manera, un sustrato nutritivo y estructurado es esencial en el vivero, ya que deben servir de soporte a la planta, ser livianos, con una elevada capacidad de retención de la humedad, una buena aireación y un drenaje apropiado. Además de una baja tendencia a la compactación y ser libres de patógenos y malezas. Fundamentalmente de la calidad de la plántula que se use, dependerá la productividad del cultivo. (Pire, 2003)

La muertes de muchas plantas al ser trasplantadas al campo donde completarán su desarrollo origina mucha incertidumbre en muchos productores es por ello que es necesario implementar estudios sobre la emergencia y desarrollo de las plantas de tomate en diferentes sustratos en fase de vivero, ya que de esta manera se podrá dar a conocer cuál sería el más efectivo para generar plantas más resistentes y que logren sobrevivir al ser trasplantadas.

Por lo tanto, esta investigación está desarrollada en evaluar el efecto de tres sustratos sobre la emergencia y desarrollo de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedad Rio grande, en vivero. Con el fin de crear y aportar información apropiada de cómo influye el manejo y el sustrato en el desarrollo del tomate, además se estarían reduciendo costos de producción al ser sustratos que se encuentran con mucha facilidad en todo el país.



### **1.3 Objetivos de la Investigación.**

#### **1.3.1 Objetivos General.**

Determinar del efecto de tres tipos de sustratos en la emergencia y desarrollo de plántulas de tomate (*solanum lycopersicum*) variedad Rio Grande, en vivero .

#### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

-Establecer las diferencias entre el efecto de los tratamientos, con los tres tipos de sustratos, en la emergencia y desarrollo de plántulas de tomate.

-Evaluar la precocidad de los tratamientos para la obtención de plántulas óptimas para el trasplante.

## CAPÍTULO II.

### MARCO TEÓRICO.

#### 2.1 Revisión de Literatura.

Para el desarrollo de este estudio se recopilará información de trabajos relacionados con el tema. A continuación se describen algunos de los más resaltantes:

Según, Mesa (2018) e su trabajo “Efecto de 7 diferentes sustratos en la producción de tomate cherry var. 6122 (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) bajo condiciones semi controladas en la zona de villa el salvador” La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación y Propagación de la Universidad Científica del Sur en Lima, Perú. Se instalaron siete tratamientos con diferentes sustratos para medir los efectos de cada uno de estos en la producción de tomates cherry var. se utilizaron 10 plantas para cada tratamiento, los cuales fueron: Tratamiento 1(T1): arena 100%; Tratamiento 2 (T2): arena 50% y musgo 50%; Tratamiento 3 (T3): turba 100%; Tratamiento 4 (T4): turba 50% y musgo 50%; Tratamiento 5 (T5): arena 30% y musgo 70%; Tratamiento 6 (T6): fibra de coco 100% y Tratamiento 7 (T7): musgo 100%. El análisis de datos de este experimento se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) cuando una prueba en particular fue significativa se compararon las medias mediante el test de Tuckey. Las diferencias se consideraron significativas a un nivel de probabilidad  $p \leq 0.05$ , se utilizó el paquete estadístico SPSS. Se concluye que el tratamiento que registró mayor producción en peso total fue el tratamiento 6 (T6) a base de fibra de coco. Para las variables biométricas los tratamientos a base de musgo sólo y musgo con turba T4 y T7 fueron los que

obtuvieron mejores resultados, así como también presentaron resultados favorables para variables como fruto por racimo, peso por racimo y peso total.

Además, Monge (2007) en su investigación evaluación del crecimiento y desarrollo de plántulas de tomate (*licopersicon esculentum*) mill y chile dulce (*capsicum annuum*) linn, mediante la utilización de seis sustratos y tres métodos de fertilización en el cantón de San Carlos, costa rica. El experimento se realizó a nivel de invernadero en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica en Santa Clara de San Carlos. El objetivo principal del trabajo fue evaluar el efecto de seis tipos de sustratos y tres métodos de fertilización en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate (*Licopersicon esculentum* Mill.) y chile dulce (*Capsicum annuum* Lnn.) durante la etapa de almácigo. Como sustratos se utilizaron germinating mix® (S1); arena roja (S2), fibra de coco (S3); germinating mix + abono orgánico (S4), arena + abono (S5) y fibra de coco + abono orgánico (S6); mientras que los métodos de fertilización empleados fueron fertirriego (F), incorporado (I) y tratamiento testigo (T). Consistió en la medición de las variables de altura de planta (cm), grosor de tallo (cm), número de hojas, largo de raíz (cm), volumen de raíz (ml) y peso seco (g). De los sustratos analizados en lo que respecta a propiedades físicas óptimas, el S2 no presenta condiciones adecuadas para su uso por lo cual necesita ser utilizado en mezcla para mejorar ésta condición; químicamente el contenido nutricional de todos los sustratos es aceptable según los rangos permitidos, mientras que en general presentaron un valor de pH adecuado para su uso; además se determinó que aquellos a los que se les incorpora abono orgánico en mezcla tienden a incrementar la CE

Así mismo, Ortega y Sánchez (2010) en su estudio “Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. En este trabajo se evaluó

durante el ciclo agrícola 2008–2009 el efecto de los sustratos: Aserrín de pino, composta de estiércol de ovino, tierra agrícola y tezontle rojo; en el crecimiento, y rendimiento del tomate. El diseño experimental que se utilizó fue bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones y se evaluaron diez tratamientos producto de la combinación de los sustratos a un volumen de 1:1, cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro plantas. El genotipo que se utilizó fue Sun 7705. Se detectaron diferencias significativas entre sustratos, la mezcla aserrín composta afectó en mayor respuesta las variables altura 4,61 m, grosor del tallo 2.1 cm, frutos de mayor peso 107,8 g, y rendimiento por planta de 4 kg y 25 kg/m<sup>2</sup>. Sin embargo, el número de flores y de racimos fue mayor en el sustrato aserrín, por lo que la mezcla aserrín-composta puede ser una opción viable para producir tomate en invernadero.

En otro estudio, Fernández y Urdaneta (2006) realizaron una investigación “Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv `Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. Donde se evaluó el efecto de sustratos sobre la germinación de semillas de tomate cv Río Grande. Las semillas se sembraron en bandejas plásticas con alvéolos, utilizando seis sustratos, bajo un diseño experimental de parcelas divididas en el tiempo con seis repeticiones. La germinación acumulada ocho días después de la siembra (DDS) fue: 97,83% en turba (TUR), 94,75; 87,08 y 93,92% en mezclas de compost y aserrín de coco en proporción 2:1 (MCA21), 1:1 (MCA11), y 1:2 (MCA12) v/v, respectivamente, 95,42% en capa vegetal (CVG) y 57,16% en almácigo tradicional (AT). La tasa de germinación en estos sustratos fue de 4,36; 5,25; 6,06; 5,84; 5,30 y 6,75, respectivamente. MCA21 y CVG presentaron porcentaje, tasa de germinación y uniformidad en la germinación similares a los obtenidos en TUR. Las plántulas producidas en TUR, MCA21 y CVG presentaron mayor crecimiento inicial 10 DDS, medido como longitud y diámetro del tallo,

número de hojas verdaderas y peso seco. La mezcla de MCA21 es recomendable como sustituta de la turba.

Según Caballero y Ovando (2019) en su investigación “Sustratos alternativos para la producción de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chiapas. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintos sustratos alternativos en la emergencia y crecimiento de *Physalis ixocarpa* Brot. obtenidos en cepellón, bajo condiciones de malla sombra. Los sustratos empleados fueron T1 cosmopeat usado como testigo, T2 humus de lombriz, T3 aserrín de *Pinus oocarpa* y T4 composta. Los tratamientos se establecieron bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, sembrándose 50 semillas por cada repetición en bandejas de unicel. Las variables de estudio fueron sometidas a un análisis de comparación de medias ( $p \leq 0,05$ ), con el paquete estadístico MENU® versión 5.1. Los tratamientos con mayor porcentaje de emergencia fueron aquellos donde se empleó cosmopeat, lombricomposta y aserrín. De acuerdo con los parámetros morfológicos, el testigo presentó los valores máximos en la mayoría de las variables evaluadas. No obstante, de los sustratos alternativos el humus de lombriz obtuvo resultados por encima de la media general en ocho de las nueve variables y en cuatro fue estadísticamente igual al cosmopeat (capacidad de emergencia, número de hojas, peso fresco y seco de la plúmula), por lo que puede ser considerado como un sustrato alternativo para la producción de plántulas de tomate. En cuanto a los otros dos sustratos es importante considerar el efecto de la porosidad en la composta y la cantidad de macro y micronutrientes en el aserrín para obtener mejores resultados en investigaciones futuras.

Por otra parte, Garbe (2018) en su estudio “Evaluación del uso de distintas mezclas de sustratos y un promotor de crecimiento sobre plantines de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) producidos en bandejas de germinación. El trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de distintos

tipos de sustratos solos y combinados con un promotor de crecimiento del tipo bioestimulante en la producción de plantines de tomates. Se formularon tres sustratos, 1) Testigo: sustrato comercial GrowMix multipropósito, 2) mezcla compuesta por 30% de perlita, 40% de humus de lombriz y 30% de turba y 3) mezcla compuesta por turba (223 dm<sup>3</sup>), harina de sangre vacuna (225 g), harina de hueso vacuno (225 g) y carbonato de calcio (450 g). Al estado de expansión de cotiledones, la mitad de las plantas que se encontraban en cada tipo de sustrato de germinación fueron tratadas con Inicium®, aplicado por riego en una dosis de 10 ml de producto por cada litro de agua. El sustrato con lombricompuesto, turba y perlita fue el que permitió lograr plantines adecuados para el transplante en tiempo y forma. Los plantines de mejor calidad se lograron en el sustrato con lombricompuesto, turba y perlita, tanto con y sin promotor de crecimiento. El efecto del promotor de crecimiento favoreció el desarrollo de plantines en el sustrato testigo y el compuesto por lombricompuesto, turba y perlita. El sustrato con harinas de sangre y hueso con turba y perlita, tanto con y sin promotor de crecimiento, no sería apto para producir plantines.

## **2.2 Bases Conceptuales.**

### **2.2.1 Características generales del tomate (*Solanum lycopersicum* ).**

El tomate es una planta perenne que se cultiva como anual, puede desarrollarse como planta erecta, rastrera o semirrecta. El crecimiento es limitado en las variedades determinadas, mientras que es ilimitado en variedades indeterminadas. La ramificación es generalmente simpodial. (Infoagro, 2015)

Sistema radicular: El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. La raíz

presenta una profundidad de 1,5 m aunque la mayor parte se encuentra en los primeros 50 centímetros. Comienza con una raíz pivotante que es destruida luego del trasplante y luego se presenta un sistema fibroso con numerosas raíces adventicias. Los tallos también pueden formar raíces adventicias, lo cual permite la multiplicación por brotes. (Infoagro, 2015)

Tallos: en los primeros estadios de crecimiento el tallo es frágil, herbáceo y pubescente, luego se convierte en decumbente, semi-leñoso, con pelos glandulares. Durante el primer período de desarrollo se mantiene en posición erecta y luego el propio peso lo hace recostarse sobre el suelo. Hasta la aparición de la primera inflorescencia la ramificación es monopodial, luego la ramificación es simpodial. De acuerdo a los hábitos de crecimiento, las variedades comerciales pueden clasificarse en dos grandes categorías: de crecimiento determinado y las de crecimiento indeterminado. Las de crecimiento determinado presentan inflorescencias junto con cada una o dos hojas y el ápice terminal se diferencia en un racimo floral; mientras, que los de desarrollo indeterminado presentan inflorescencias más espaciadas, un porte más alto y el brote terminal siempre es vegetativo. (Infoagro, 2015)

Hojas: Los cotiledones son fusiformes agudos, las primeras dos hojas son simples y las posteriores son compuestas, alternas pinatisectas, imparipinnadas (con 7 ó 9 folíolos), con los folíolos dentados o lobulados, y con pelos glandulares. (Infoagro, 2015)

Flores: Las flores se agrupan en racimos simples o ramificados, con pedúnculos cortos, provistas de cáliz y corola con cinco pétalos. Se encuentran ubicadas en diferentes pisos o estratos, con 3 a 10 flores por inflorescencia. La inflorescencia del tomate es una cima iniciada por el meristema apical y está formado por un eje principal y flores laterales sin brácteas. Las flores son hermafroditas y se autofecundan. (Infoagro, 2015)

Fruto: Es una baya de color rojo o amarillo, de forma globular, achatada o piriforme. El fruto tiene un diámetro de 3 a 16 cm. El número de lóculos puede variar de dos a treinta. (Infoagro, 2015)

Semilla: La semilla tiene 3 a 5 mm de diámetro, es reniforme aplastada, de color marrón claro y recubierta de pelos. (Infoagro, 2015)

#### Fenología del cultivo

El ciclo de vida del tomate comprende cuatro etapas: plántula, vegetativa, floración, fructificación. (Infoagro, 2015)

Plántula: Comprende desde la siembra hasta el trasplante. (Infoagro, 2015)

La semilla conserva su poder germinativo durante más de cuatro años, y no tiene dormición por lo que puede germinar poco después de ser cosechada. La germinación es favorecida por tres factores principales: la oscuridad, una fototemperatura de 26° C y una nictotemperatura de 20°C. Las temperaturas bajas o muy altas provocan un crecimiento muy lento de la radícula. Entre los 15 y 25 días posteriores a la germinación es fundamental la disponibilidad de fósforo para el desarrollo de las raíces. (Infoagro, 2015)

#### **2.2.2 Origen y distribución.**

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es originario de América del Sur, de la Región Andina (Chile, Ecuador, Bolivia, Perú y Colombia), existiendo en esta zona la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres; pero su domesticación se inició en el sur de México y Norte de Guatemala, llegando luego a Europa en el siglo XVI e inicios del siglo XVII, cultivándose



en jardines de Italia, Inglaterra, España y Francia, donde fue inicialmente utilizado como planta ornamental por la belleza y color de sus frutos. A finales del siglo XVIII, el tomate empezó a ser producido como un cultivo comestible. Las formas silvestres del 'tomate cereza', *Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*, originarias del Perú, migraron a través de Ecuador, Colombia, Panamá y América Central hasta llegar a México, donde fue domesticado por el hombre. En la lengua Nahuatl de México era llamado tomatl, que sin lugar a dudas dio origen al actual nombre del tomate. . (MinAgricultura, Corpoica, 2013)

Solo a partir del siglo XIX es cuando adquiere gran importancia económica a nivel mundial, hasta llegar a ser, junto con la papa, la hortaliza más difundida y predominante del mundo. Para el año 1828, se encuentra en un catálogo la primera variedad comercial, y en 1900 surge la primera variedad mejorada, denominada 'ponderosa', la cual fue utilizada para la obtención de la mayoría de las variedades americanas actuales junto con los materiales colectados en la región de origen durante las décadas de 1920 y 1930.

Actualmente, el tomate ocupa un papel preponderante en la economía agrícola mundial de muchos países, siendo la hortaliza más sembrada del mundo y un producto esencial en la alimentación de varias regiones, cuyo consumo juega un papel importante en la gastronomía. Los principales países productores son China, Estados Unidos, Turquía, Egipto, Italia, India, Irán, España, Brasil y México, los cuales contribuyen con cerca del 70% de la producción mundial. El tomate de mesa se agrupa en diferentes categorías según su uso: (consumo en fresco e industria) y de acuerdo con la forma externa de los frutos. (MinAgricultura, Corpoica, 2013)

### **2.2.3 Descripción taxonómica y botánica.**

El tomate, según la clasificación Cronquist (1981) es la siguiente: Clase: magnoliopsida. Orden: solanales. Familia: solanaceae. Subfamilia: solanoideae. Tribu: solaneae. Género: *lycopersicon*. Especie: *lycopersicon esculentum*.

#### **2.2.4 Características del tomate variedad Rio grande**

Esta hortaliza es resistente al calor, la sequía, enfermedades y además parásitos., soporta el sol abierto, variedad de tomate caracterizada por frutos alargados cilíndricos, de textura firme con abundante pulpa y excelente sabor. Agroactivo (2016)

##### **Suelo**

Esta hortaliza requiere suelos bien drenados y profundos, siendo las texturas francas, franco-limosas, franco-arenosas, y limosas las más adecuadas. El pH idóneo debe ser ligeramente ácido, en el rango de 6.2 a 6.8. Agroactivo (2016)

#### **2.2.5 Sustratos.**

Los sustratos son materiales sólidos que sirven como medio de cultivo sin suelo, tienen características especiales, que se usan en los cultivos para anclar y aferrar las raíces, protegiéndolas de la luz y permitiendo su respiración. Además, sirven para contener o retener la solución nutritiva que necesita la planta. (Ubaque, 2004)

El término sustrato se aplica a todo material sólido, natural, de síntesis, residual, mineral u orgánico, distinto del suelo, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El

sustrato puede intervenir (material químicamente activo) o no (material inerte) en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (Teres, 2001).

### **2.2.6 Tipos de sustratos**

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, sin embargo de acuerdo a Abad *et al.* (2004) los sustratos se pueden clasificar como materiales orgánicos e inorgánicos.

#### **Materiales orgánicos.**

Los materiales orgánicos a la vez se pueden subdividir en:

- De origen natural (turba o peat moos).
- De síntesis (espuma de poliuretano, poliestireno expandido).
- Residuos y subproductos de diferentes actividades, aunque este tipo de materiales deben ser previamente acondicionados mediante un proceso de compostaje o vermicompostaje. Entre algunos ejemplos de este tipo de materiales se encuentra el bagazo de caña, bagazo de agave, aserrín o serrín, corteza de árboles, orujo de uva, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, cascarilla de arroz, paja de cereales, fibra y polvo de coco, entre otros. (Crespo *et. al* 2012).

#### **Materiales inorgánicos o minerales.**

Estos materiales también se subdividen en:

- De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, como por ejemplo: rocas de tipo volcánico como el jal, tezontle, piedra pómez, arena, grava.

- Materiales transformados o tratados industrialmente. Son obtenidos a partir de rocas o minerales mediante tratamientos físicos y a veces químicos, que modifican las características de los materiales de partida. Algunos ejemplos de estos son la perlita, vermiculita, arcilla expandida y lana de roca.
- Residuos y subproductos industriales, como las escorias de horno alto, estériles de carbón. (Crespo *et. al* 2012).

Una desventaja de los materiales orgánicos en relación a los inorgánicos es que son susceptibles de continuar su descomposición en mayor o menor medida. Por otra parte, si los materiales orgánicos no fueron procesados adecuadamente durante el composteo, los componentes de este secuestrarán el N a medida que el material vegetal continúa la descomposición de celulosa. (Mendoza *et. al* 2011).

## **2.2.7 Sustratos.**

### **2.2.7.1 Lombricompost**

El lombricompost es un residuo orgánico, que con el adecuado laboreo y compostaje, es puesto como sustrato y hábitat para la lombriz californiana (*Eisenia andrei* o *Eisenia foetida*), para ser transformado por ésta, mediante su ingesta y excreta, en una extraordinaria enmienda fertilizadora. El humus de lombriz, favorece la formación de micorrizas, acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y patógenos así como la resistencia a las heladas. Esto es debido a que en la actividad y digestión que las lombrices realizan sobre la materia orgánica, está la participación de una gran cantidad y diversidad de micro-organismos (de la materia orgánica y de los intestinos de la lombriz), el

material resultante, resulta ser la combinación y compleja interacción de sustancias producidas por cada uno (Tenecela 2012).

#### **2.2.7.2 Estiércol de bovino**

El estiércol es el fertilizante orgánico por excelencia debido a su alto contenido en nitrógeno y en materia orgánica. Se ha utilizado desde la antigüedad para aprovechar los residuos del ganado y también, restaurar los niveles de nutrientes de los suelos agrícolas. De esta manera, el valor del estiércol de los animales como elemento importante en el mantenimiento de la fertilidad del suelo, es tan obvio, que parece necio repetir la conveniencia de emplearlo en la fabricación de abonos orgánicos. Canon (2018)

Según (Díaz 2017), el estiércol del ganado vacuno es el que actúa con mayor uniformidad y durante un mayor período de tiempo. El estiércol que proviene de animales criados con una alimentación controlada y optimizada a las necesidades del animal. Son los de mayor calidad.

#### **2.2.8 Mezclas de sustratos**

Obtener mezclas de sustratos no resulta sencillo puesto que existen numerosos materiales, cuyo número sigue creciendo, que pueden ser adecuados como sustratos de cultivo. Estos materiales pueden tener distintas propiedades en función de su distribución granulométrica. Si a ello sumamos las numerosas propiedades que satisfacen condiciones de cultivo específicamente, elaborar sustratos resulta un problema de difícil solución, por el enorme número de variables en juego.

Tradicionalmente los sustratos se obtienen por el método de “ensayo y error”, es decir, se parte de una serie de materiales conocidos, se mezclan en distintas porciones y se analizan los sustratos resaltantes, seleccionando aquellos que tienen las características más adecuadas. Bures, (2006)

### **2.2.9 Preparación de sustratos.**

Bravo (2006) indica que los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba de musgo (*Sphagnum* peat moss); sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su costo elevado y explotación no sostenible, ha comenzado a restringir su uso. Esto ha motivado la búsqueda de otros sustratos entre los que destacan el compost producido a partir de materiales orgánicos vegetales y animales.

El compostaje es un proceso biológico aerobio de oxidación de materia orgánica, realizada por una sucesión dinámica de microorganismos de cuya actividad se genera calor que eleva la temperatura por arriba de los 50 °C durante varios días consecutivos. La temperatura mínima requerida para destruir microorganismos patógenos es de 50 °C (Morales 2015).

## CAPÍTULO III.

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

#### 3.1 Ubicación del ensayo de campo.

Esta investigación se llevó a cabo en, caserío Desembocadero, municipio Guanare, estado Portuguesa Venezuela. (Fig 1) En las cercanías del área de estudio aproximadamente a 700 metros, se localiza el río Guanare, cuenta con una temperatura promedio anual de 26,56 °C y con una temperatura media anual máxima de 31,69 °C, por su parte el clima de la zona corresponde a un bosque seco tropical cerca de los 800 m.s.n.m.



FIGURA 1 . Ubicación relativa del área de estudio.

**Fuente:** Google maps

#### 3.2 Naturaleza de la investigación

La investigación se define como “un conjunto de procesos sistemáticos y empíricos que se aplica al estudio de un fenómeno”, durante el siglo XX,

dos enfoques emergieron para realizar investigación: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo de esta manera en términos generales, los dos enfoques emplean procesos cuidadosos, sistemáticos y empíricos para generar conocimiento. La definición de investigación es válida tanto para el enfoque cuantitativo como para el cualitativo donde el enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se puede “brincar o eludir” pasos, aunque desde luego, se puede redefinir alguna fase. Sampieri (2010)

De esta forma, la selección del enfoque de la investigación es cuantitativa ya los planteamientos a investigar son específicos y delimitados desde el inicio del estudio, donde la recolección de los datos se fundamenta en la medición y el análisis de los procedimientos estadísticos.

### **3.3 Diseño de la investigación**

Hernández, Fernández y Baptista (2003), señalan que el término “diseño” se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que desea. Por lo tanto, el diseño de investigación se concibe como estrategias en las cuales se pretende obtener respuestas a las interrogantes y comprobar las hipótesis de investigación, con el fin de alcanzar los objetivos del estudio.

Según Arias (2012) la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).

### **3.4 Diseño Experimental.**

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, se evaluaron tres tipos de sustratos (tratamientos), **Sustrato 1 (S1):** Humus de lombriz (solido)



**Sustrato 2 (S2):** Estiércol de bovino y **Sustrato 3 (S3):** Humus de lombriz (sólido) (50%) y estiércol de bovino (50%) cada sustrato (tratamientos) contó con 15 plantas para un total de 45 plantas por los tres sustratos.

### **3.5. Población y muestra**

Según Tamayo (2012) la población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina la población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a una investigación.

Según Tamayo, T. y Tamayo, M (1997), afirma que la muestra es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico.

En esta investigación, la población se refiere al universo, o conjunto de elementos sobre los que se investiga y la muestra es el subconjunto de elementos que se seleccionan previamente de una población para realizar dicho estudio. Es decir, el universo de elementos que se van a estudiar

### **3.6 Análisis de datos.**

Para las variables cuantitativas se empleó análisis de la varianza y pruebas de tukey al 5%, mientras que para el porcentaje de germinación se empleó una fórmula de porcentajes y se aplicó el promedio estadísticamente.

### **3.7 Preparación de sustratos y distribución de los tratamientos**

Se prepararon tres sustratos diferentes a partir de mezclas de fácil obtención en la zona: Humus de lombriz sólido, extraído del

vermicompostero y se ubicó en un lugar determinado y descubierto para que se le elimine la humedad que conservaba por 3 días consecutivos y estiércol de bovino descompuesto, el cual fue colectado en potreros de la zona, el cual fue compostado durante 5 días, basándose en lo indicado por Morales (2009), de la siguiente forma:

Se acumuló una pila de estiércol, en un lugar plano, determinado. Se volteo regularmente la composta para acelerar la descomposición, posteriormente se aplicó agua limpia hervida, en un recipiente apropiado para regar el suelo (seco) con el agua caliente, para asegurar una desinfección segura y se procedió a cubrir la superficie tratada con dos bolsas o sacos de plástico, para mantener la temperatura del suelo por mayor tiempo.

### 3.7.1 Distribución de los tratamientos en campo.

**Tratamiento 1 (T1):** Sustrato de Humus de lombriz (solido) **Tratamiento (T2):** Sustrato de Estiércol de bovino y **Tratamiento 3 (T3):** Sustrato de Humus de lombriz (solido) (50%) y sustrato de estiércol de bovino (50%), (Figura 2 y 3).



FIGURA 2. Distribución de los tratamientos.



FIGURA 3. Distribución de los tratamientos en campo.

Cada sustrato se combinó de la siguiente manera:

**Sustrato 1 ( $S_1$ ):** Humus de lombriz (solido)

**Sustrato 2 ( $S_2$ ):** estiércol de bovino (compostado)

**Sustrato 3( $S_3$ ):** humus de lombriz 50% y estiércol de bovino 50%

### 3.9 Descripción de tratamientos

Cada vaso tiene 2,5 onzas que equivale a 71gr.

Tratamiento 1 ( $T_1$ ). Este tratamiento correspondió a 45 vasos con humus de lombriz (solido) 70 gr por cada vaso.

Tratamiento 2 ( $T_2$ ): Este tratamiento correspondió a 45 vasos con estiércol de ganado compostado 70 gr por cada vaso.

Tratamiento 3 ( $T_2$ ): Este tratamiento correspondió a 45 vasos con humus de lombriz 50% y estiércol de ganado compostado 50%.

### 3.9.1 Llenado de vasos.

Se realizó de manera manual se procedió mezclando las diferentes sustratos y al llenado de vasos.

### 3.9.2 Siembra.

Se sembró de manera manual en el mes de Octubre, específicamente el 22 se colocó la semilla a un centímetro de profundidad.

## 3.10 VARIABLES MEDIDAS

Estas variables fueron medidas en 10 plantas por unidad experimental, seleccionadas de manera aleatoria, para cada tratamiento.

- Número de hojas verdaderas: Se realizó el conteo de la cantidad de hojas verdaderas los días 13, 21, y 29 después de la siembra.



FIGURA 4. Numero de hojas verdaderas

- Altura de la planta: Con ayuda de una regla se midió la longitud del tallo en cm, desde la base del mismo hasta la inserción de la hoja más joven, los días 13, 21 y 29 después de la siembra.



FIGURA 5. Altura de la planta 13 dds



FIGURA 6. Altura de la planta 21 dds

- Diámetro del tallo: Con ayuda de un hilo se midió el radio del tallo en cm, para luego calcular y obtener el diámetro del tallo este se mide un cm arriba de la base de este, los días 13, 21 y 29 después de la siembra.

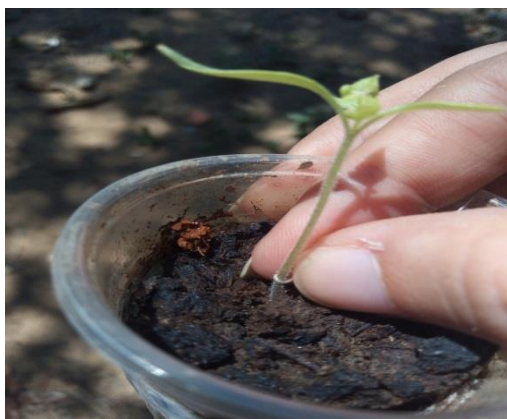


FIGURA 7. Diámetro del tallo.

- Extensión horizontal de la raíz (EHR): El procedimiento para esta variable fue extraer las plántulas, del vaso plástico con el sustrato. Luego se procedió a lavar las raíces y remover completamente el sustrato para dejar expuestas las raíces. Con ayuda de una regla se midió Extensión horizontal de la raíz (EHR) en cm, el día 31 después de la siembra.



FIGURA 8. Medición de la Extensión horizontal de la raíz (EHR) (sustrato 1)

- Longitud de la raíz: Con ayuda de una regla se midió la longitud de la raíz en cm, desde la base del mismo hasta el final de la raíz más larga, el día 31 después de la siembra.



FIGURA 9. Medición de la longitud de la raíz (sustrato 1)

### 3.11 VARIABLES MEDIDAS EN TODAS LAS PLANTAS

Estas variables fueron medidas a partir del conteo en los 45 vasos sembrados cada uno con una semilla, por cada unidad experimental.

- **Porcentaje de emergencia en el tiempo:** Esta variable se midió cuando hubo emergencia del hipocótilo y se determinó su precocidad a través del tiempo, definiéndose como:

$$\% = (\text{plantas emergida} / \text{semillas sembradas}) \times 100$$

Esta variable, se midió a los 6 días hasta el día 8 después de la siembra.

- **Porcentaje de plantas efectivas:** se determinó el porcentaje de plantas aptas para trasplante a sitio definitivo, en el tratamiento que logro obtener las plantas con tamaño ideal en el tiempo establecido, esta variable se midió el día 31 después de la siembra y se realizó a través del conteo de las mismas por unidad experimental.

$$\% = \frac{\text{\# plantas afectivas}}{\text{\# total de plantas}} \times 100$$





## CAPÍTULO IV.

### 4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 4.1.1 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos obtenidos se sistematizaron y se realizó un análisis de varianza con la ayuda del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS).

Debido a que el análisis de varianza solo indica si el efecto de alguno de los tratamientos es diferente a los demás, es necesario realizar una prueba de comparación de medias Tukey (0,05), para conocer cuál de los tratamientos fue el de mejor respuesta.

#### 4.1.2 NÚMERO DE HOJAS VERDADERAS

En los análisis de varianza que se realizaron a los datos tomados del conteo de número de hojas verdaderas, los días 13, 21 y 29 se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en todos los días en los que se registraron datos, según ANDEVA (Tablas 1,2 y 3) donde  $F \geq 1$ , por lo que se realizó prueba de comparación de medias TUKEY (0,05), de cada uno de estos días, pudiendo establecer las diferencias por tratamiento (Tabla 4).

Tabla 1 ANDEVA CH para los 13 días (hojas13d)

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamiento	2	7,75	3,875	13,54	0,0000
Error	69	19,75	0,28623		
Total	71	27,5			
Grand Mean	0,75	CV	71,33		

Tabla 2 ANDEVA CH para los 21 días (hojas21d)

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	7,5833	3,79167	8,64	0,0004
Error	69	30,2917	0,43901		
Total	71	37,875			
Grand Mean	2,2083	CV	30		

Tabla 3 ANDEVA CH para los 29 días (hojas29d)

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	4,3333	2,16667	10,28	0,0001
Error	69	14,5417	0,21075		
Total	71	18,875			
Grand Mean	3,2917	CV	13,95		

Tabla 4 Promedio de número de hojas de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).

CANTIDAD DE HOJAS/PLANTA			
Tratamiento	Media13d/tratamiento	Media21d/tratamiento	Media29d/tratamiento
1	1,2083 a	2,625 a	3,625 a
2	0,5833 b	2,1667 c	3,2083 b
3	0,4583 c	1,8333 b	3,0417 c

NOTA: letras distintas en una misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes, con a como grupo superior.

La aparición de hojas verdaderas se dio a partir del primer día de la toma de datos, Durante el día 13, se presentaron diferencias en los tratamientos1, 2

y 3, donde fue representativa en comparación con el tratamiento 2 y 3, en el día 21, los tratamientos 1, 2 y 3 obtuvieron la tendencia de presentar diferencias significativas, pero el tratamiento 3 seguía presentándola respecto a ellos, a partir del día 29, (Fig 10) el mejor comportamiento lo empezó a presentar el tratamiento 1, terminando todos con diferencias significativas, y el orden de la respuesta de los tratamientos fue; tratamiento 1, 2 y 3.

Varios autores como Jaramillo (2007), Escobar y Lee, (2009) y CORPOICA, (2012), registran que dentro de las características morfológicas que deben alcanzar las plántulas de tomate para ser trasplantadas a sitio definitivo, es decir, plantas efectivas, estas deben tener de 3 a 4 hojas verdaderas, y el único tratamiento que alcanzó la media en este rango, fue el tratamiento 1, siendo el humus de lombriz el único sustrato donde se dio esta característica y con lo que se determinan como plantas efectivas.

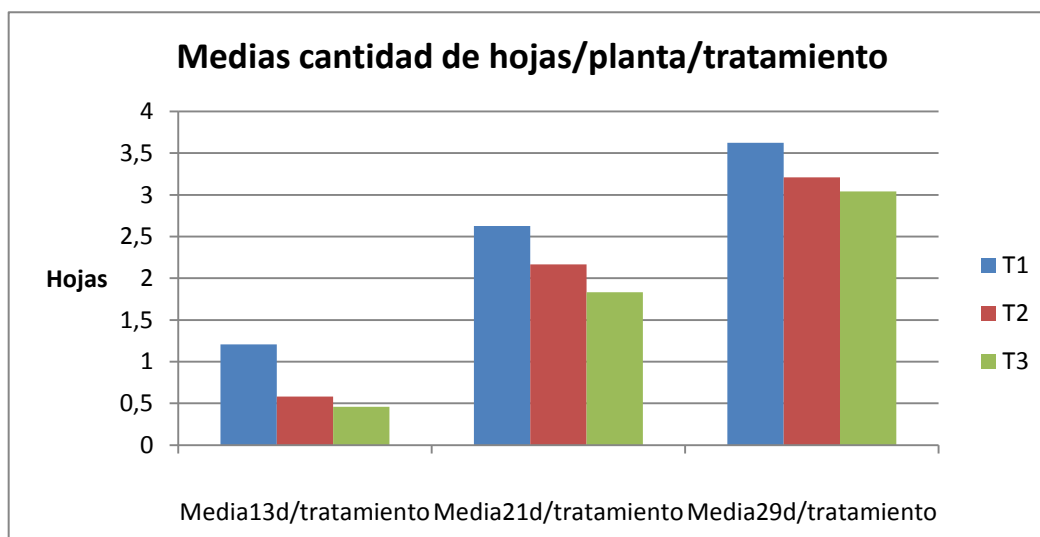


FIGURA 10. Tendencia por día del número de hojas verdaderas y comparación de medias por día.

### 4.1.3 ALTURA DE TALLOS

En los análisis de varianza que se realizaron a los datos tomados de altura de tallos, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en todos los días en los que se registraron datos, según ANDEVA (Tablas 5; 6 y 7) donde  $F \geq 1$ , por lo que se realizó prueba de comparación de medias TUKEY (0,05), de cada uno de estos días 13; 21 y 29, pudiendo establecer las diferencias por tratamiento (Tabla 8).

Tabla 5 ANDEVA AT para los 13 días (Altura de tallo13)

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	4,1608	2,08042	2,36	0,1015
Error	69	60,6992	0,8797		
Total	71	64,86			
Grand Mean	3,6	CV	26,05		

Tabla 6 ANDEVA AT para los 21 días (Altura de Tallo21)

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	30,893	15,4467	9,39	0,0002
Error	69	113,527	1,6453		
Total	71	144,42			
Grand Mean	5,7167	CV	22,44		

Tabla 7. ANDEVA AT para los 29 días (Altura de tallo29)

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	4,3333	2,16667	10,28	0,0001
Error	69	14,5417	0,21075		
Total	71	18,875			
Grand Mean	3,2917	CV	13,95		

Tabla 8. Promedios de altura de tallos en cm, de los tratamientos por días,s,

Tratamien o	Media13d/tratamient o	Media21d/tratamient o	Media29d/tratamient o
1	3,8042 a	6,5833 a	8,7625 a
2	3,7333 b	5,5667 b	8,0625 b
3	3,2625 c	5 c	7,4292 c

NOTA: letras distintas en una misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes, con a como grupo superior.

En el día 13 después de la siembra se observa que los tratamientos presentan diferencias significativas en el crecimiento del tratamiento 1 y 2 y diferencias con respecto al tratamiento 3, en el día 21, se observa que los tratamientos 1, 2 y 3 se presentan diferencias significativas, a partir del día 29, los tratamientos 1, 2 y 3 presentan nuevamente diferencias significativas, pero en este caso, el tratamiento 1 presenta el mejor comportamiento (Fig 11), y en cuanto a los tratamientos 2 y 3, tienen diferencias, finalizada la evaluación, todos los tratamientos presentan diferencias entre sí, siendo el tratamiento 1, que corresponde al humus de lombriz, el de mejor crecimiento de altura del tallo con un valor aproximado de 8,7 cm.

Se ha demostrado que la adición del vermicompost a los suelos y sustratos de cultivo incrementa considerablemente el crecimiento y la productividad de una gran cantidad de cultivos hortícolas tales como el tomate (Atiyeh *et al.* 2000).

Por otro lado, en lo referente a altura de planta, una mayor altura causa mayor número de hojas y de clorofila (Rodríguez *et al.*, 1998).

Espinosa (2004) afirma que las plántulas aptas para el trasplante deben poseer una altura entre los 10 cm.

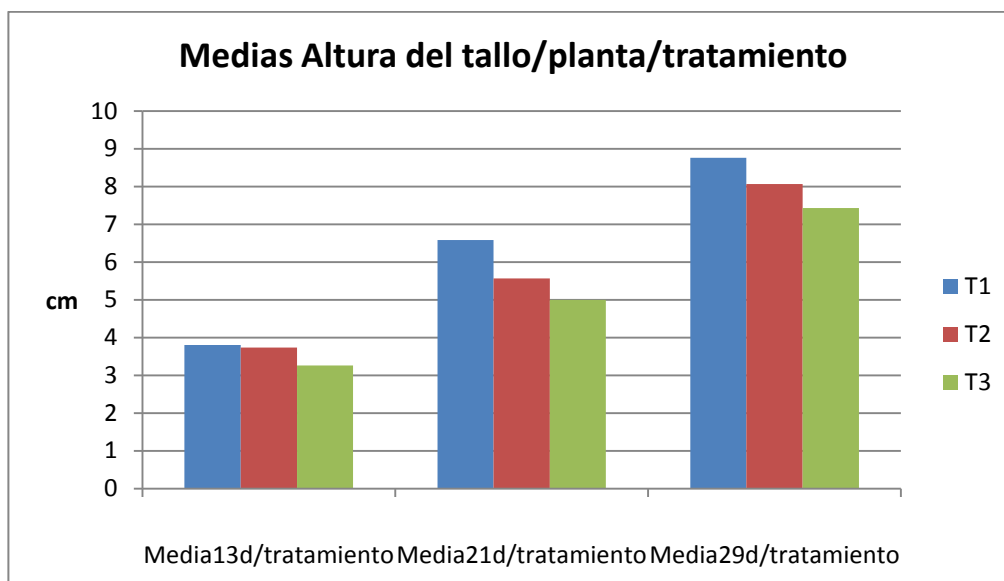


FIGURA 11. Tendencia del promedio de altura de tallos en cm y comparación de medias por día.

#### 4.1.4 DIAMETRO DE TALLOS

En los análisis de varianza que se realizaron a los datos tomados de diámetro del tallo, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en todos los días en los que se registraron datos, según ANDEVA (Tablas 9; 10 y 11) donde  $F \geq 1$ , por lo que se realizó prueba de comparación de medias TUKEY (0,05), de cada uno de estos días 13, 21 y 29, pudiendo establecer las diferencias por tratamiento (Tabla 12).

Tabla 9. ANDEVA DT para los 13 días (Diámetro del tallo13d)

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	0,00372	1,86E-03	2,15	0,1247
Error	69	0,05981	8,67E-04		
Total	71	0,06353			
Grand Mean	0,1581	CV	18,63		

Tabla 10. . ANDEVA DT para los 21 días (Diámetro del tallo21d)

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	0,03901	0,01951	11,22	0,0001
Error	69	0,11992	0,00174		
Total	71	0,15893			
Grand Mean	0,1915	CV	21,77		

Tabla 11. ANDEVA DT para los 29 días (Diámetro del tallo29d)

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	0,02498	0,01249	10,03	0,0002
Error	69	0,08591	0,00125		
Total	71	0,11089			
Grand Mean	0,2538	CV	13,91		

Tabla 12. Promedios de diámetros del tallo en mm, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).

Tratamien	Media13d/tratamiento	Media21d/tratamiento	Media29d/tratamiento
1	0,1592 b	0,2238 a	0,28 a
2	0,1662 a	0,1813 b	0,2425 b
3	0,1488 c	0,1696 c	0,2388 c

NOTA: letras distintas en una misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes, con a como grupo superior.

En esta variable desde el inicio en la toma de datos, hasta finalizado del proceso de medición, se observan diferencias significativas entre todos los tratamientos, en el día 13, no se presentan diferencias en los tratamientos

1,2 y 3 respecto al día 21 los tratamientos 2 y 3 presentaron diferencias significativas mínimas y la tendencia de diferencias significativas se presentó en el tratamiento 1, entre los todos los tratamientos (Fig 12) las diferencias significativas, se mantiene hasta el día 29, que es cuando finaliza la evaluación.

Los resultados en la toma de diámetros muestran la superioridad del tratamiento 1, respecto a los otros tratamientos, situándose este tratamiento con un diámetro promedio final de 0,28 mm.

El humus de lombriz ejerce efectos fisiológicos muy significativos sobre las plantas a través del suministro de nutrientes, mejoramiento de las propiedades físicas e incremento de la microbiota del suelo donde se incluyen los microorganismos beneficiosos. Además, aumenta la capacidad de intercambio catiónico y capacidad buffer, aporta determinados compuestos bioquímicos a las raíces de las plantas como acetamida, ácidos nucleicos y sustancias húmicas (Peña 2009).

El humus de lombriz facilita el desarrollo radical de las plantas, el crecimiento del tallo y hojas (Luna *et al.* 2015)

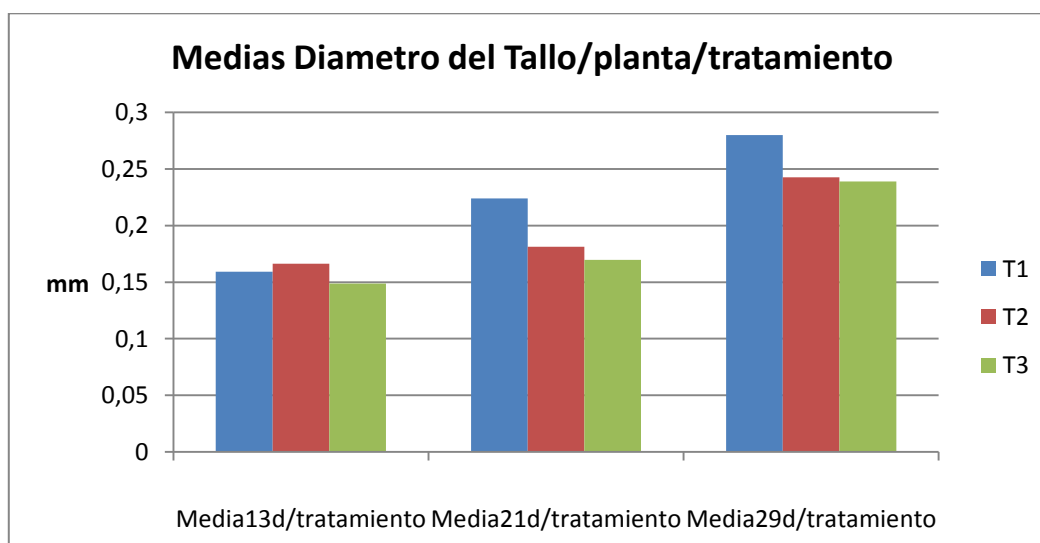


FIGURA 12. Tendencia del promedio de diámetros de tallos en mm y comparación de medias por día.



#### 4.1.5 EXTENSIÓN HORIZONTAL DE LA RAÍZ (EHR)

En los análisis de varianza que se realizaron a los datos tomados de la extensión horizontal de la raíz, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en el día que se registraron datos, según ANDEVA (Tabla 13) donde  $F \geq 1$ , por lo que se realizó prueba de comparación de medias TUKEY (0,05), del día 31 después de la siembra, pudiendo establecer las diferencias por tratamiento (tabla 14).

Tabla 13. Análisis de la varianza completamente aleatorizado para la extensión horizontal de la raíz.

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	0,58333	0,29167	2,26	0,1123
Error	69	8,91667	0,12923		
Total	71	9,5			
Grand Mean	2,1667	CV	16,59		

Tabla 14. Promedios de la extensión horizontal de la raíz en cm, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).

Tratamien	Media de la extensión horizontal de la Raiz a los 31 días
1	2,2917 a
2	2,125 b
3	2,0833 c
Observations per Mean	24

NOTA: letras distintas en una misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes, con a como grupo superior.

En esta variable desde el inicio en la toma de datos, hasta finalizado del proceso de medición, se observan diferencias significativas, entre todos los tratamientos, en el día 31 (Fig 13). Los resultados en la toma de la extensión horizontal de la raíz venían corroborando la superioridad del tratamiento 1, respecto a los otros tratamientos, situándose este tratamiento con una extensión horizontal promedio final de 2, 29 cm.

De esta manera, Ferruzi (1987) comunica que, la acción del humus de lombriz hace posible que los suelos que contienen, presenten una mejor estructura, debido a que actúa como agente entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares, que permiten así mejorar el desarrollo radicular y mejorar el intercambio gaseoso.

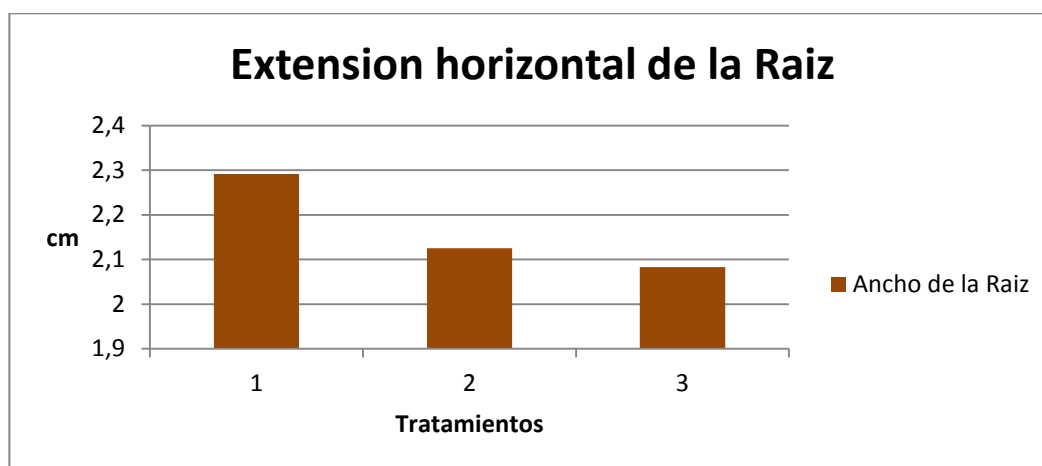


FIGURA 13. Tendencia del promedio de la extensión horizontal de la raíz en cm y comparación de medias.

#### 4.1.6 LONGITUD DE LA RAÍZ

En los análisis de varianza que se realizaron a los datos tomados del largo de la raíz, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en el día que se registraron datos, según ANDEVA (Tabla 15) donde  $F \geq 1$ , por lo que se realizó prueba de comparación de medias TUKEY (0,05), del día 31

después de la siembra, pudiendo establecer las diferencias por tratamiento (tabla 16).

Tabla 15. Análisis de la varianza completamente aleatorizado para longitud de la raíz:

Source	DF	SS	MS	F	P
Tratamien	2	5,9233	2,96167	3,23	0,0457
Error	69	63,2967	0,91734		
Total	71	69,22			
Grand Mean	4,9	CV	19,55		

Tabla 16. Promedios de longitud de la raíz en cm, de los tratamientos por días, obtenidos a partir prueba de comparación de medias TUKEY (0,05).

Tratamien	Media longitud de la Raíz a los 31 días
1	5,15 a
2	5,04 b
3	4,5 c
Observations per Mean	14,69

NOTA: letras distintas en una misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes, con a como grupo superior.

En esta variable, se observan diferencias significativas, entre todos los tratamientos, en el día 31. Los resultados en la toma del largo de la raíz se observa (Fig 14) la superioridad del tratamiento 1, respecto a los otros tratamientos, situándose este tratamiento con un largo promedio final de 5,2 cm.

El sistema radicular tiene importantes funciones físicas y fisiológicas desde el inicio de la germinación y la emergencia, hasta el crecimiento y el desarrollo del trasplante. El tamaño, morfología y arquitectura puede ejercer

un control sobre el tamaño relativo y ritmo de crecimiento del tallo (Leskovar, 2001).

Así mismo, el establecimiento del trasplante depende de un desarrollo adecuado del sistema radicular y sus componentes morfológicos, los cuales son diferentes en el trasplante comparados con plantas establecidas vía siembra directa. (leskovar, 2001)

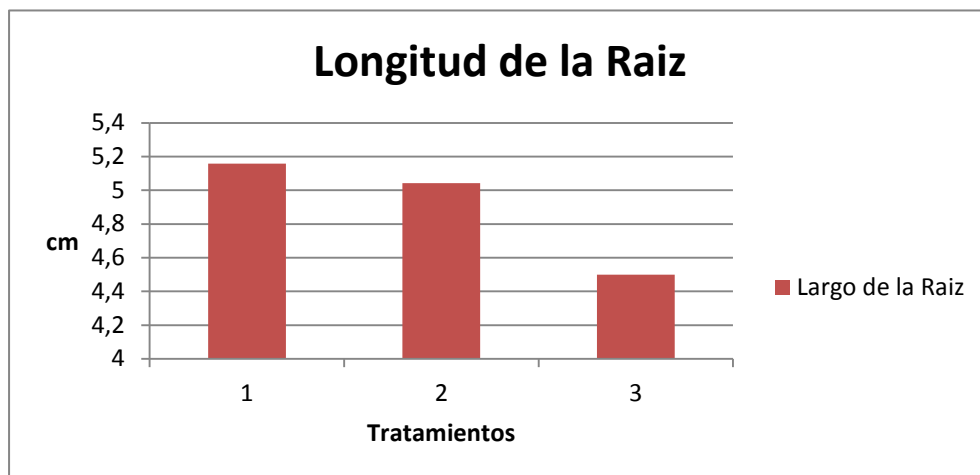


FIGURA 14. Tendencia del promedio del largo de la raíz en cm y comparación de medias.

#### 4.1.7 PORCENTAJE DE EMERGENCIA

En los análisis de varianza que se realizaron a los datos tomados a la emergencia, se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en el día que se registraron datos, según ANDEVA donde  $F \geq 1$ , por lo que se realizó prueba de comparación de medias TUKEY (0,05), de los días 6,7 y 8 después de la siembra, pudiendo establecer las diferencias por tratamiento (tabla 20)

Tabla 17. Análisis de la varianza completamente aleatorizado para emergencia de plántulas a los 6 días.

Source	DF	SS	MS	F	P
tratamien	2	277,556	138,778	4,12	0,0747
Error	6	202	33,667		
Total	8	479,556			
Grand Mean	32,222	CV	18,01		

Tabla 18. Análisis de la varianza completamente aleatorizado para emergencia de plántulas a los 7 días:

Source	DF	SS	MS	F	P
tratamien	2	640,22	320,111	3,66	0,0914
Error	6	524,67	87,444		
Total	8	1164,89			
Grand Mean	52,889	CV	17,68		

Tabla 19. Análisis de la varianza completamente aleatorizado para emergencia de plántulas a los 8 días.

Source	DF	SS	MS	F	P
tratamien	2	40,667	20,3333	0,46	0,6539
Error	6	267,333	44,5556		
Total	8	308			
Grand Mean	79	CV	8,45		

Tabla 20. Promedio de porcentaje de emergencia de los días 6, 7 y 8 después de la siembra.

tratamien	Media%Emer6d	Media%Emer7d	Media%Emer8d
1	39,667 a	62 a	82 a
2	26,333 c	55 b	77,333 c
3	30,667 b	41,667 c	77,667 b

NOTA: letras distintas en una misma columna, indican promedios estadísticamente diferentes, con a como grupo superior.

La germinación y emergencia de las semillas, no es un proceso relacionado o influenciado por los sustratos utilizados como medio de cultivo. Este proceso es influenciado por factores externos e internos, para que una semilla germine debe ocurrir un proceso de absorción de agua que es conocido como imbibición. Sánchez (2018)

Este proceso activa procesos metabólicos que promueven la expansión del embrión, y desarrollo y emergencia de la radícula. La absorción de agua por la semilla es la etapa inicial de la germinación. Hay semillas que quedan en estado de dormancia por mayor tiempo por las concentraciones de compuesto inhibidores dentro de estas como lo es la hormona ácido abscísico. Algunas semillas requieren pasar por exposición a luz o a temperaturas que rompan el estado de dormancia Sánchez (2018)

El desarrollo de esta variable no se le atribuye a los tratamientos, es decir a los sustratos, por lo que se decide medirlo para ofrecer un registro informativo del porcentaje emergencia a través del tiempo durante la evaluación; el comportamiento de la tendencia fue diferente entre los tratamientos, donde a partir del día 6 después de la siembra, (Fig 15) donde se empiezan a observar porcentajes de emergencia, y hasta el día 8, se presenta una tendencia de incremento en el porcentaje de los tratamientos, empieza a mantener un comportamiento estable.

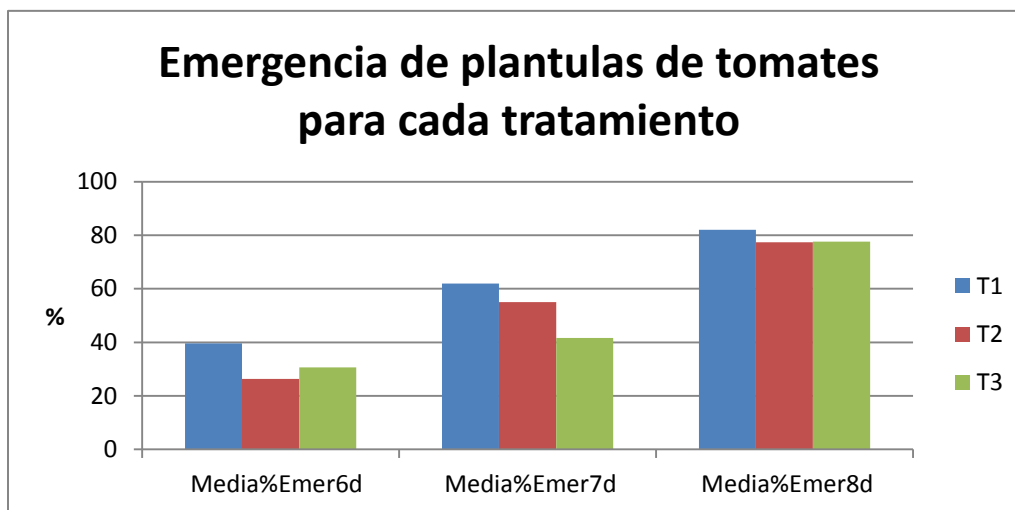


FIGURA 15. Tendencia del promedio de porcentaje de emergencia de las plantas a través de los días

#### 4.1.8 PORCENTAJE PLANTAS EFECTIVAS

De manera que solo en el tratamiento 1, se llegó al punto de plantas efectivas para sitio definitivo, no se hizo ningún análisis estadístico, solo se determinó el porcentaje plantas efectivas por repetición a partir del conteo de las mismas y se sacó un promedio a modo informativo.

Repeticiones	%
T1R1	86
T1R2	80
T1R3	80
Promedio	82

Cuadro 1. Porcentaje de plantas afectivas

## **CAPITULO V.**

### **CONCLUSIONES.**

El sistema aéreo (tallos y hojas) y el sistema radicular de las plántulas, en el tratamiento 1 que corresponde al humus de lombriz (sólido), fue donde se presentó el mejor comportamiento en emergencia y desarrollo, en comparación con el estiércol de bovino descompuesto y las mezclas, ya que se obtuvieron diferencias altamente significativas en todas las variables medidas el humus de lombriz sólido, fue el único tratamiento en el que se lograron resultados de obtención de plantas definitivas, siendo este el tratamiento efectivo.

A pesar de que el tratamiento 2 del estiércol de bovino descompuesto empezó igualarse en la variable diámetro del tallo, en comparación con el humus de lombriz, no se pudo mantener con buenos resultados a lo largo de la evaluación.

La mezcla de humus de lombriz (sólido) y estiércol de bovino descompuesto fue el tratamiento con los resultados más deficientes por lo que pudo ser por diversos factores, como que los materiales orgánicos no fueron procesados adecuadamente durante la mezcla y el manejo empleado en la preparación del composta de estiércol de ganado.



## RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos arrojados durante la investigación surgen las siguientes recomendaciones:

- Para obtener plántulas de tomate con mayor crecimiento en altura, mayor número de hojas y sistema radicular más desarrollado, con raíces de mejor volumen y longitud, utilizar el sustrato orgánico conformado por humus de lombriz (sólido), por cuanto fue el tratamiento que mejores resultados reportó en las variables analizadas, siendo el sustrato orgánico más adecuado que determinó la obtención de mejores características de las plántulas de tomate, en las condiciones de manejo que se desarrolló el ensayo. De manera que éste tratamiento reportó un mayor beneficio ya que no genera costos, siendo desde el punto de vista económico, muy rentable.
- Efectuar ensayos de obtención de plántulas de tomate con la utilización de sustratos enriquecidos con macro y micro elementos, que permitan incrementar el desarrollo inicial de las nuevas plántulas, así como experimentar con otros sustratos de enraizamiento, puede que sean combinados con fertilización química y foliar y/o abonos orgánicos, con el fin de ofrecer nuevas alternativas para el productor de esta hortaliza de importancia en Venezuela
- Probar diferentes sustratos, para evaluar la emergencia y desarrollo de las plántulas de tomate, que permitan el incremento en vigorosidad, asegurando su posterior trasplante y desarrollo definitivo, disminuyendo los problemas de mortalidad.
- Es recomendable el uso de sustratos orgánicos porque garantiza bajos costos, se aprovecha la materia orgánica, y de esta manera se estaría evitando la degradación y deterioro del suelo con exceso de productos

químicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad-Berjon M, Noguera-Murray P, Carrión-Benedito C, (2004). Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Urrestarazu-Gavilán. Cultivo sin suelo. Madrid: Mundi Prensa, 113-158.
- Abad M, y Noguera P (2000) Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Manual del cultivo sin suelo. Universidad de Almería-Mundi-Prensa. Madrid, pp: 137-183.
- Ayala, Ignacio (2011) <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/poblacion-y-muestra-tamayo-y-tamayo.html>
- Agroactivo, (2016) El tomate, variedad Rio grande <https://agroactivocol.com/producto/material-vegetal/tomate-rio-grande/>
- Arteaga, B., León, S., & Amador, C. (2003). Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinus duranguensis* Martínez en vivero. *Foresta Veracruzana*, Vol. 5, págs. 9-16.
- Atiyeh, R. M., N. Arancon, C. A. Edwards & J. D. Metzger (2000) Influencia del estiércol de cerdo procesado con lombrices de tierra en el crecimiento y rendimiento de tomates de invernadero. *Tecnología Bioambiental*. 75: 175–180.
- Arellano, M. (2015) Estiércol material de desecho [http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV\\_pdf/libros/estiercol\\_material\\_de\\_desecho](http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/estiercol_material_de_desecho).

Bures. S, (2006) Manejo de sustratos pdf  
[http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacion/esdigitales/80373\\_I\\_CURSO\\_DE\\_GESTION\\_DE\\_VIVEROS\\_FORESTALES/80-373/7\\_MANEJO\\_DE\\_SUSTRATOS.PDF](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacion/esdigitales/80373_I_CURSO_DE_GESTION_DE_VIVEROS_FORESTALES/80-373/7_MANEJO_DE_SUSTRATOS.PDF)

Bravo (2006) Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv `Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182006000200006](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000200006)

Canon, (2018) Composición de los estiércoles, PDF  
<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6633/7/053.7.pdf>

Caballero y ovando (2019) Sustratos alternativos para la producción de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chiapas.  
<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/1916/3033>

CORPOICA, (2012) Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Corporación PDF, Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Crespo, E. (2012). Sustratos en la horticultura. [Página web en línea].  
<https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/31/168>

Cronquist, A, (1981) Un sistema integrado de clasificación de plantas con flores, Nuevo York.  
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10914/tesisUPV1679.pdf>

Díaz, S. (2017). Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* v. *vicus*) en Cajamarca (Tesis). UPAGU. Cajamarca. PDF

Domínguez, J (2010) Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372010000500027](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372010000500027)

ESCOBAR, Hugo & LEE, Rebeca (2009). Manual de producción de tomate bajo invernadero, 2 ed. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.

Fernandez y Urdaneta (2006) Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv `Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182006000200006](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000200006)

Fernández, C Antonio (2006). Semilleros\_ hd\_1968\_07.pdf

FERRUZI, C., 1987. Manual de Lombricultura. Editorial Mundi-Prensa. 1 E. D. Madrid, Esp. 138 p

Fidias G. Arias (2012) El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf

Gonzales, D. (2003) Manejo del cultivo [Documento en línea] en: [https://www.academia.edu/31279971/4\\_Manejo\\_del\\_cultivo](https://www.academia.edu/31279971/4_Manejo_del_cultivo)

Guzmán, J. M. (2003) a. Sustratos y tecnología de almácigo en: Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos. UCR-CYTED. San José, Costa Rica. 25 p

Hernández y González (2003) Evaluación de diferentes sustratos de suelo, gallinaza y zeolita, en la producción de posturas de tomate en bandejas para transplante\_tnf04h557.pdf

Info-agro, (2015) Cultivo de tomate  
[https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_tomate\\_\\_parte\\_i\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate__parte_i_.asp)

Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata. M. y T. Rengifo (2007) Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas.

Lazcano y Castro (2022) Evaluación de sustratos, solución nutritiva y enraizador en producción de plántulas de jitomate  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342021000100061&script=sci\\_arttext&lng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342021000100061&script=sci_arttext&lng=es)

Lázaro y Estrada (2009) Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792009000100004&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792009000100004&script=sci_arttext)

LESKOVAR, D. 2001. Producción y ecofisiología del transplante hortícola. Texas A. and University. Buenavista Saltillo Coahuila.  
[https://docplayer.es/6832074-Produccion-y-ecofisiologia-del-trasplante-horticola.html#show\\_full\\_text](https://docplayer.es/6832074-Produccion-y-ecofisiologia-del-trasplante-horticola.html#show_full_text)

- Luna, R., Reyes, J., López, R., Reyes, M., Murillo, G., Samaniego, C. (et al.) (2015) Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Centro Agrícola*, 42 (4): 67-74.
- Mendoza, D., De La F. R. García, R.M. Belda, F. Fornes, y. M. Abad 2011. Compostaje y vermicompostaje de residuos hortícolas: evolución de parámetros físicos y químicos durante el proceso. Consecuencias ambientales. *Actas Hort.* 59:22-27.
- Mesa, Daniela (2018) Efecto de 7 diferentes sustratos en la producción de tomate cherry var. 6122 (*Solanum Lycopersium* Var. Ceradiforme) Bajo condiciones semi controladas en la zona de Villa El Salvador) TL-2018-s-somocurcio\_mesa pdf
- Monge (2007) evaluación del crecimiento y desarrollo de plantulas de tomate (*licopersicon esculentum*) mill y chile dulce (*capsicum annum*) linn, mediante la utilización de seis sustratos y tres metodos de fertilización en el cantón de san carlos, costa rica.
- Morales y Casanova, (2015) Mezclas de Sustratos Orgánicos e Inorgánicos, Tamaño de Partícula y Proporción- Revista de Agronomía Mesoamericana, vol. 26, núm. 2, pp. 365-372, 2015 <https://www.redalyc.org/journal/437/43738993018/html/>
- Narciso J (1999) Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana* Pastor Sáez, J. Narciso vol. 17, núm. 3, julio-septiembre, 1999, pp. 231-235 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México PDF

Ortega y Sánchez (2010) Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*lycopersicum esculentum* mill) bajo condiciones de invernadero\_ 46116015002.pdf

Peña, E. (2009) La lombricultura como alternativa de nutrición y descontaminación ambiental. Primera Edición, La Habana, Cuba., 136 p. ISBN 978-959-7111-52-8.

Rojas, Alejandro (2017) metodología de la investigación  
<http://investigacionmetodologicaderojas.blogspot.com/2017/09/poblacion-y-muestra.html>.

SAMPIERI, R. H. (2010). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION. MÉXICO D.F.: MCGRAW-HILL

Sánchez, G. P., Molinos, D. S., C., Alcántar, G. G., & Sandoval, V. M. (2009). Diagnóstico nutrimental en plantas. In: Alcántar, G. G., & Trejo-Téllez, L. I. (Eds.), Nutrición de Cultivos (pp. 202-247). D.F., México: Mundi-Prensa.

Sánchez (2018) Germinación de semillas  
<https://www.uprm.edu/labs3417/wp-content/uploads/sites/176/2018/08/germinacion-de-semillas-1.pdf>

Tamayo y Tamayo, M (1987) El proceso de investigación científica [Documento en línea] en:  
[https://www.academia.edu/17470765/EL\\_PROCESO\\_DE\\_INVESTIGACION\\_CIENTIFICA\\_MARIO\\_TAMAYO\\_Y\\_TAMAYO\\_1](https://www.academia.edu/17470765/EL_PROCESO_DE_INVESTIGACION_CIENTIFICA_MARIO_TAMAYO_Y_TAMAYO_1)



Tamayo, M (2012) Investigación: Población y Muestra [Documento en línea]  
en: <http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/06/poblacion-y-muestra-tamayo-y-tamayo.html>

Teneceja, Y Xavier (2012) Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos.  
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3252/1/TESIS.pdf>

Teres (2001) Relaciones aire-agua en sustratos de cultivo como base para el control de riego: metodología de laboratorio y modelización TESIS DOCTORAL. pdf

UBAQUE, H. (2004). Buenas prácticas agrícolas en sistemas de producción de tomate bajo invernadero. Universidad Jorge Tadeo Lozano PDF