

# UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

UNIDAD ACADÉMICA EL SENA

PROGRAMA: INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS DE GRADO

**“EVALUAR EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*), CON CUATRO TIPOS DE SUSTRATOS (POLVILLO DE ALMENDRA, ASERRÍN DESCOMPUESTO, ESTIÉRCOL BOVINO Y CHALA DE ARROZ) EN LA UNIDAD ACADÉMICA EL SENA-DEPARTAMENTO PANDO”.**

Modalidad Tesis de grado

Presentado por:

Univ. Santos Taco Ramírez

Para optar el Título de Ingeniería Agroforestal

Tutor: Ing. German Kauko Coímbra

**El Sena - Pando - Bolivia**

**2023**



## HOJA DE APROBACIÓN

Tesis de Grado aprobado el.....de ..... del 2023

**DATOS**

**NOMBRE APELLIDOS**

**FIRMAS**

**POSTULANTE:** Univ. Santos Taco Ramírez .....

**ASESOR:** Ing. German Kauko Coímbra.....

**PTE. TRIBUNAL** Lic. Eliaquim Pacamia Medina.....

**TRIBUNAL:** Ing. Yajaira Gustañer Vargas.....

**TRIBUNAL:** Lic. Jesús Noel Cuevo calzadilla.....

## **DEDICATORIA**

Al culminar una etapa académica en mi vida quiero dedicar esta tesis a Dios cuyo apoyo constante ha hecho que todas mis metas y anhelos sean cumplidos.

A mi padre y madre por hacerme conocer los valores más preciados de la vida y orientarme con su experiencia por el camino del bien hasta conseguir y llegar a una de las cimas de mi formación académica.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos infinitamente a Dios nuestro Señor Jesucristo por darnos la vida, salud y sabiduría necesaria para culminar una etapa más de nuestra formación profesional.

A nuestros padres y hermanos por habernos brindado su apoyo moral y económico, siendo los pilares fundamentales para lograr nuestras metas propuestas.

A los docentes que nos impartieron clases a lo largo de nuestra carrera.

## INDICE GENERAL

|   | Pág. |
|---|------|
| <b>CAPÍTULO I GENERALIDADES</b>   |      |
| <b>1.1.- INTRODUCCIÓN</b>   | 1    |
| <b>1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>                                   | 3    |
| 1.2.1.- Descripción problema  | 3    |
| 1.2.2.- Formulación del problema  | 4    |
| <b>1.3.- OBJETIVOS</b>  | 4    |
| 1.3.1.- Objetivo General  | 4    |
| 1.3.2.- Objetivos Específicos   | 4    |
| <b>1.4.- JUSTIFICACIÓN</b>  | 5    |
| <b>1.5.- HIPÓTESIS</b>  | 5    |
| <b>CAPITULO II SUSTENTACIÓN TEÓRICA</b>                                   |      |
| <b>2.1.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>                                       | 6    |
| 2.1.1. - Descripción de la planta   | 6    |
| 2.1.2.- Cultivo de Tomate   | 6    |
| 2.1.3.- Origen  | 6    |
| 2.1.4.- Taxonomía y Morfología del Tomate                                 | 6    |
| 2.1.5.- Morfología  | 7    |
| 2.1.6.- Importancia de la producción del cultivo de tomate                | 7    |
| 2.1.7.- En la Industria   | 7    |
| 2.1.8.- En la Medicina  | 7    |
| 2.1.9.-Propiedades Nutritivas   | 8    |
| 2.1.10.- Parcelas o Áreas de Producción                                   | 8    |
| 2.1.11.- Problemática de la producción                                    | 9    |
| 2.1.12.-Causas meteorológicas   | 9    |
| 2.1.13.- Rendimiento y producción de <i>Solanum lycopersicum</i> “tomate” | 9    |
| 2.1.14.- Producción orgánica del tomate                                   | 10   |
| 2.1.15.- Zonas productoras de tomate en Bolivia                           | 10   |
| 2.1.16.- Adaptación de la planta  | 10   |
| 2.1.17.- Variedades de <i>Solanum lycopersicum</i> “Tomate”               | 11   |
| 2.1.18.- Época del cultivo.   | 11   |

|   |    |
|---|----|
| 2.1.19.-Clima y suelo                           | 11 |
| 2.1.20.- Sistemas de producción de almácigo     | 11 |
| 2.1.21.- Producción de plántulas                | 11 |
| 2.1.22.- Manejo del semillero                   | 11 |
| 2.1.23.- Sustrato de la siembra                 | 12 |
| 2.1.24.- Preparación de almacigueras            | 12 |
| 2.1.25.- Siembra y germinación                  | 13 |
| 2.1.26.- Distancia de siembra                   | 13 |
| 2.1.27.- Preparación de suelo                   | 13 |
| 2.1.28.- Material de siembra                    | 13 |
| 2.1.29.- Trasplante                             | 13 |
| 2.1.30.- Podas                                  | 14 |
| 2.1.31.- Tutorado                               | 14 |
| 2.1.32.- Polinización                           | 14 |
| 2.1.33.- Riego                                  | 14 |
| 2.1.34.- Nutrición vegetal                      | 15 |
| 2.1.35.- Control de malezas                     | 15 |
| 2.1.36.- Manejo de plagas y enfermedades        | 15 |
| <b>CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO</b>          |    |
| <b>3.1.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>    | 16 |
| 3.1.1.- Tipo de Investigación                   | 16 |
| 3.1.2.- Enfoque                                 | 17 |
| 3.1.3.- Método                                  | 18 |
| 3.1.4.- Población y Muestreo                    | 18 |
| 3.1.5.-Técnicas y instrumentos de investigación | 18 |
| 3.1.5.1.- Técnicas                              | 18 |
| 3.1.5.2.- Instrumentos                          | 19 |
| <b>3.2.- REFERENCIA GEOGRÁFICA DEL PROYECTO</b> | 20 |
| 3.2.1.- Ubicación del proyecto                  | 20 |
| 3.2.2.- localización                            | 20 |
| 3.2.2.1.- Macro localización                    | 20 |
| 3.2.2.2.- Micro localización                    | 21 |

|  |    |
|--|----|
| <b>3.3.- DISEÑO DEL MÓDULO DE EXPERIMENTO</b>                      | 22 |
| 3.3.1.- Diseño metodológico  | 23 |
| <b>3.4.- DESCRIPCION DEL MATERIAL DE REQUERIMIENTO</b>             | 23 |
| <b>3.5.- DETALLE DEL TRABAJO DE INVESTIGACION QUE SE EJECUTARA</b> | 24 |
| 3.5.1.- Limpieza del área experimental                             | 24 |
| <b>3.6.- PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION</b>               | 24 |
| 3.6.1.- Variables a evaluar  | 24 |
| 3.6.2.- Variables de crecimiento                                   | 25 |
| 3.6.2.1.-Altura de planta (cm)                                     | 25 |
| 3.6.2.2.-Diámetro de tallo (cm)                                    | 26 |
| 3.6.2.3.-Número de ramas por planta                                | 27 |
| 3.6.2.4.-Número de hojas por planta                                | 28 |
| 3.6.3.-Variables de rendimiento                                    | 28 |
| 3.6.3.1.-Número de flores por planta                               | 29 |
| 3.6.3.2.-Número de frutos por planta                               | 30 |
| 3.6.3.3.-Número de fruto comercial por planta                      | 31 |
| 3.6.3.4.-Diámetro polar de los frutos (cm)                         | 32 |
| 3.6.3.5.-Diámetro ecuatorial de los frutos (cm)                    | 33 |
| 3.6.3.6.-Peso promedio de frutos por planta (g)                    | 34 |
| 3.6.3.7.-Rendimiento (kg en cada platabanda)                       | 35 |
| 3.6.4.-Recolección de datos  | 36 |
| 3.6.4.1.- Manejo agronómico del proyecto                           | 36 |
| 3.6.4.2.-Establecimiento de semillero                              | 36 |
| 3.6.4.3.-Preparación del terreno                                   | 36 |
| 3.6.4.4.-Control de malezas  | 36 |
| 3.6.4.5.-Trasplante  | 36 |
| 3.6.4.6.-Tutoreo y amarre  | 36 |
| 3.6.4.7.-Riego   | 37 |
| 3.6.4.8.-Manejo fitosanitario                                      | 37 |
| 3.6.4.9.- Cosecha  | 38 |

## **CAPITULO IV RESULTADOS DE LA INVESTIGACION**

|   |    |
|---|----|
| <b>4.1.- RESULTADOS</b>                             | 39 |
| 4.1.1.- Variables de crecimiento                    | 39 |
| 4.1.1.1.- Altura de planta (cm)                     | 39 |
| 4.1.1.2.- Diámetro de tallo (cm)                    | 40 |
| 4.1.1.3.- Número de ramas por planta                | 41 |
| 4.1.1.4.- Número de hojas por planta                | 42 |
| 4.1.2.- Variables de rendimiento                    | 43 |
| 4.1.2.1.-Número de flores por planta                | 43 |
| 4.1.2.2.-Número de frutos por planta                | 43 |
| 4.1.2.3.-Número de fruto comercial por planta       | 44 |
| 4.1.2.4.-Diámetro polar y ecuatorial de frutos (cm) | 45 |
| 4.1.2.5.-Peso promedio de frutos por planta (g)     | 46 |
| <b>4.2.- DISCUSION</b>                              | 46 |
| <b>CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>    |    |
| <b>5.1.-CONCLUSIONES</b>                            | 51 |
| <b>5.2.-RECOMENTACION</b>                           | 52 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>                                 | 53 |
| <b>ANEXO</b>  |    |

## INDICE DE TABLAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Tabla n° 1 Taxonomía de la planta de tomate                                  | 6           |
| Tabla n° 2 Descripción de los tratamientos evaluados                         | 23          |
| Tabla n° 3: Descripción del material de requerimiento                        | 23          |
| Tabla n° 4 Descripción del manejo fitosanitario mediante el uso de productos | 37          |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| Figura n° 1 :Mapa de la Unidad Académica el Sena          | 20          |
| Figura n° 2: croquis de la ubicación del proyecto         | 21          |
| Figura n° 3 Croquis del área experimental                 | 22          |
| Figura n° 4 Altura de planta en centímetros               | 25          |
| Figura n° 5 Diámetro de tallo en centímetros              | 26          |
| Figura n° 6 Número de ramas por planta                    | 27          |
| Figura n° 7 Número de hojas por planta                    | 28          |
| Figura n° 8 Número de flores por planta                   | 29          |
| Figura n° 9 Número de frutos por planta                   | 30          |
| Figura n° 10 Número de fruto comercial por planta         | 31          |
| Figura n° 11 Diámetro polar de frutos en centímetros      | 32          |
| Figura n° 12 Diámetro ecuatorial de frutos en centímetros | 33          |
| Figura n° 13 Peso promedio de frutos por planta en gramos | 34          |
| Figura n° 14 Rendimiento en kg en cada platabanda         | 35          |
| Figura n° 15 Altura de planta en centímetros              | 39          |
| Figura n° 16 Diámetro de tallo en centímetros             | 40          |
| Figura n° 17 Numero de ramas por planta                   | 41          |
| Figura n° 18 Numero de hojas por planta                   | 42          |
| Figura n° 19 Numero de flores por planta                  | 43          |
| Figura n° 20 Numero de frutos por planta                  | 43          |
| Figura n° 21 Numero de fruto comercial por planta         | 44          |
| Figura n°22 Diámetro polar de frutos en centímetros       | 45          |
| Figura n°23 Diámetro ecuatorial de frutos en centímetros  | 45          |
| Figura n°24 Peso promedio de frutos por planta en gramos  | 46          |

## INDICE DE ANEXOS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Anexo 1 Etapas de la limpieza del área desinada para la investigación    | 54          |
| Anexo 2 Etapas de la preparación del área de investigación               | 55          |
| Anexo 3 Faces del cultivo  | 56          |
| Anexo 4 Faces de labores culturales                                      | 57          |
| Anexo 5 Faces de seguimiento a los tratamientos                          | 58          |
| Anexo 6 Diámetro del tallo   | 59          |
| Anexo 7 Número de ramas por planta                                       | 60          |
| Anexo 8 Número de hojas por planta                                       | 61          |
| Anexo 9 Número de flores por planta                                      | 62          |
| Anexo 10 Número de frutos por planta                                     | 63          |
| Anexo 11 Número de frutos comerciales por planta                         | 64          |
| Anexo 12 Diámetro polar y ecuatorial de frutos (cm)                      | 65          |
| Anexo 13 Peso promedio de frutos por planta (g)                          | 66          |
| Anexo 14 Formato de hoja de registro                                     | 67          |
| Anexo 15 Estudio físico químico del suelo de la unidad académica el Sena | 68          |

## RESUMEN

El proyecto se estableció en la Unidad Adámica el Sena, ubicada en el Municipio del Sena tercera sección de la provincia Madre de Dios del departamentode Pando, posee una extensión superficial de 7589 km<sup>2</sup>, está situado a una altura promedio de 200 metros sobre el nivel del mar, su topografía es plana con una ligera ondulación cuenta con un clima tropical húmedo y cálido con una temperatura media de 25.5°centígrado.

El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) con cuatro tipos de sustratos (polvillo de almendra, aserrín descompuesto, estiércol bobino y chala de arroz) en la Unidad Académica el Sena.

Se estableció con un diseño de cultivo en tablones, Los cuales fueron distribuidos de manera organizada al momento de la siembra. Los tratamientos se realizaron en distancias de siembras semejantes, 40 centímetros entre surcos y 40 centímetros entre plantas. En las cuatro platabandas.

Las variables de crecimiento evaluadas fueron: altura de planta (cm), diámetro de tallo (cm), número de ramas por planta, número de hojas por planta; las variables de rendimiento evaluadas fueron: número de flores por planta, número de frutos por planta, número de frutos comercializables por planta, diámetro polar (cm) y ecuatorial (cm) de los frutos y peso de los frutos en gramos.

Los resultados obtenidos demuestran que si existen diferencias significativas en las variables evaluadas. la variable altura de planta (cm) presentó rangos entre 60 y 100 cm, diámetro de tallo 0.6 y 1.4 cm, número de ramas por planta 16 y 25, número de hojas por planta 65 y 100, número de flores por planta 20 y 25, frutos por planta 12 y 18, número de frutos comercializables por planta 10 y 15, diámetro polar (cm) 5.00 y 8.00, diámetro ecuatorial (cm) 3.96 y 4.00, peso de frutos por planta (g) 83.00 y 110.00.

### **PALABRAS CLAVES:**

Crecimiento, rendimiento, cultivo, tomate, (*Solanum lycopersicum*), sustrato, planta y variables.

## ABSTRACT

The project was established in the Adamic unit of the Seine, located in the municipality of Seine, third section of the Madre de Dios province of the department of Pando, has a surface area of 7589 km<sup>2</sup>, is located at an average height of 200 meters above sea level, its topography is flat with a slight undulation, it has a humid and warm tropical climate with an average temperature of 25.5° Celsius.

The objective of the research work was to evaluate the growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum*) crop with four types of substrates (almond powder, wood sawdust, bovine manure and rice Chala) in the academic unit El Sena.

It was established with a plank cropping design, which were distributed in an organized manner at the time of planting. The treatments were carried out at similar planting distances, 40 centimeters between rows and 40 centimeters between plants. On all four planks.

The growth variables evaluated were: plant height (cm), stem diameter (cm), number of branches per plant, number of leaves per plant; The performance variables evaluated were: number of flowers per plant, number of fruits per plant, number of marketable fruits per plant, polar (cm) and equatorial (cm) diameter of the fruits, and fruit weight in grams.

The results obtained show that there are significant differences in the variables evaluated. The plant height (cm) variable ranged from 60 to 100 cm, stem diameter 0.6 to 1.4 cm, number of branches per plant 16 and 25, number of leaves per plant 65 and 100, number of flowers per plant 20 and 25, fruits per plant 12 and 18, number of marketable fruits per plant 10 and 15, polar diameter (cm) 5.00 and 8.00, equatorial diameter (cm) 3.96 and 4.00, fruit weight per plant (g) 83.00 and 110.00.

### KEYWORDS:

Growth, yield, crop, tomato, (*Solanum lycopersicum*), substrate, plant and variables.

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

## 1.1.- INTRODUCCIÓN

A nivel internacional el tomate es originario de los bajos Andes, y fue cultivado por los Aztecas en México. Los Mexicanos o aztecas lo conocían como xīctomatl, fruto con ombligo. Debido a esa palabra azteca "tomatl" los conquistadores españoles lo llamaron "tomate".

Existen evidencias arqueológicas que demuestran que el tomate verde, una especie que produce una fruta ácida y de color verde, que aún se consume en México, fue usado como alimento desde épocas prehispánicas. Esto hace pensar que el tomate rojo común también fue cultivado y usado por los pueblos originarios mesoamericanos desde antes de la llegada de los españoles. Es posible que después de la llegada de los españoles el tomate se cultivara y consumiera más que el tomate verde por su apariencia colorida y su mayor tiempo de vida después de ser cosechado.

Junto al maíz, la patata, el chile y la batata, el tomate fue introducido en España a principios del siglo XVI. Se cree que llegó primero a Sevilla en 1540, uno de los principales centros del comercio internacional, junto con Italia.

En 1544, un herborista italiano Mattioli se refirió a los frutos amarillos de la planta del tomate como "mala aurea" (manzana de oro). Ese mismo año, otro herborista holandés, Dodoens, realizó una descripción detallada del fruto, el cual se ganó la reputación de afrodisíaco, lo que explicaría los nombres de "pomme d' amour" en francés, "pomodoro" en italiano y "love apple" en inglés. (Bloguero, 2014).

A nivel nacional en Bolivia, el cultivo de tomate es de gran importancia, tanto por su amplia adaptabilidad a distintos pisos ecológicos, como por su rendimiento, generando por lo tanto importantes ingresos económicos a los agricultores que la cultivan (Centro de Investigación Agrícola Tropical, CIAT, 2012).

En Bolivia, el tomate (*Solanum Lycopersicum*), se cultiva principalmente en los Valles Interandinos (1500-2500 msnm), y, en los últimos años, también se cultiva en algunas zonas Tropicales de Cochabamba y Santa Cruz. En ambos agro ecosistemas se cultiva principalmente en campo abierto, y, una pequeña proporción en invernadero como los Valles Mesotérmicos – Comarapa, Saipina, los Negros, Mairana y otros correspondientes al departamento de Santa Cruz y algunas microrregiones de los Valles Interandinos – Omereque, Mizque, Valle Alto, etc. de Cochabamba, se caracterizan por ser las zonas más tradicionales en la producción de tomate.

En la mayor parte de estos Valles se cultiva durante todo el año, aunque, en varios de ellos, sólo en algunas épocas, debido a la intensidad del ataque de las plagas y enfermedades por las condiciones favorables de clima, que prevalecen durante la época. Se cultivan una diversidad de variedades, como: Río grande, Río Fuego, y, una diversidad de híbridos importados. La producción se comercializa principalmente en los centros urbanos, como el oriente –Santa Cruz– es abastecido por los Valles Mesotérmicos, y, las ciudades como Cochabamba y La Paz, por los Valles Mesotérmicos y los Valles Interandinos de Cochabamba. En estas zonas tomateras el 3 cultivo del tomate es la Principal fuente de ingresos económicos para los productores. (Coca, 2012).

En la actualidad existe una baja producción de tomate (*Solanum lycopersicum*), en la, localidad, todo esto debido al poco conocimiento del cultivo de tomate y es por tal razón que nace la visión de aportar con conocimientos técnicos en base a la forma correcta de cultivo del tomate, vale mencionar que el cultivo de tomate ayudara a impulsar la economía agroforestal en el departamento y municipio.

## **1.2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.2.1.- Descripción problema**

La Unidad Académica El Sena, Pando, se enfrenta a desafíos significativos en la producción agrícola, siendo el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) una actividad clave para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de la región. La elección del sustrato adecuado es un factor crucial que puede influir de manera determinante en el rendimiento de los cultivos, y en este contexto, el polvillo de almendra, el aserrín descompuesto y el estiércol de bovino se han destacado como opciones de sustratos orgánicos.

Sin embargo, a pesar de la importancia de esta decisión, existe una falta de información específica sobre cómo estos sustratos orgánicos afectan el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate en la región mencionada. La variabilidad en las características físicas y químicas de estos sustratos plantea interrogantes sobre su idoneidad para proporcionar las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas de tomate.

La falta de conocimiento sobre los efectos de estos sustratos en el cultivo de tomate ha llevado a los agricultores a realizar elecciones basadas en la tradición o la disponibilidad local, en lugar de contar con información respaldada por investigaciones específicas para la región. Esto puede resultar en prácticas agrícolas subóptimas, afectando negativamente la productividad y la sostenibilidad a largo plazo.

Además, la región se enfrenta a desafíos relacionados con la disponibilidad de recursos hídricos y la necesidad de adoptar prácticas agrícolas más sostenibles. En este contexto, la elección del sustrato también puede desempeñar un papel crucial en la retención de agua y la eficiencia en el uso de recursos.

La presente investigación busca abordar estas lagunas de conocimiento al analizar de manera integral cómo el polvillo de almendra, el aserrín descompuesto y el estiércol de bovino afectan el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate en la Unidad Académica El SENA, Pando. Se pretende proporcionar datos concretos y recomendaciones prácticas que beneficien a los agricultores locales, promoviendo la toma de decisiones informadas y sostenibles en la gestión de sus cultivos de tomate.

### **1.2.2.- Formulación del problema**

¿Cómo medir el crecimiento y rendimiento de la producción del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) con cuatro tipos de sustratos en la Unidad Académica de Sena?

### **1.3.- OBJETIVOS**

#### **1.3.1.- Objetivo general**

- Evaluar el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), con cuatro tipos de sustratos (polvillo de almendra, aserrín descompuesto, estiércol bovino y chala de arroz) en la Unidad Académica el Sena.

#### **1.3.2.- Objetivos Específicos**

- Determinar el impacto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento de las plantas de tomate.
- Analizar la influencia de los sustratos en el rendimiento del cultivo de tomate.
- Registrar el tiempo de floración y la producción de flores.
- Medir el tamaño y peso de los frutos producidos por cada tipo de sustrato.
- Identificar el sustrato más efectivo para el crecimiento y rendimiento del tomate.

## **1.4.- JUSTIFICACIÓN**

La agricultura desempeña un papel esencial en la economía y el bienestar de la región, y la producción de tomate en la Unidad Académica El SENA, Pando, representa un componente significativo de la actividad agrícola. La elección del sustrato para el cultivo de tomate es un factor determinante que puede influir de manera crítica en la productividad y sostenibilidad a largo plazo de esta actividad.

Contribución a la optimización agrícola: Este estudio busca llenar un vacío de conocimiento específico en la región al analizar cómo diferentes sustratos orgánicos impactan en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate. Proporcionar información detallada sobre las características físicas y químicas de los sustratos, así como su efecto en la retención de agua y la disponibilidad de nutrientes, permitirá a los agricultores tomar decisiones informadas para optimizar sus prácticas agrícolas

Fomento de prácticas agrícolas sostenibles: En un contexto global de conciencia ambiental, es crucial promover prácticas agrícolas sostenibles. Al identificar sustratos orgánicos que contribuyen al mantenimiento de la salud del suelo y reducen la dependencia de insumos químicos, este estudio busca ser un paso hacia la sostenibilidad ambiental en la agricultura regional

Mejora de la seguridad alimentaria y desarrollo regional: La producción optimizada de tomate no solo contribuye a la seguridad alimentaria sino que también impulsa el desarrollo económico regional.

Al proporcionar a los agricultores herramientas para mejorar la eficiencia y rentabilidad de sus cultivos, este estudio puede tener un impacto positivo en la economía local y en la seguridad alimentaria de la comunidad.

## **1.5.- HIPÓTESIS**

Hipótesis alternativa (H1):

"Si hay diferencia significativa en el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate entre los cuatro tipos de sustratos evaluados."

**CAPITULO II**  
**SUSTENTACIÓN**  
**TEÓRICA**

## 2.1.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1.1. - Descripción de la planta

La planta de tomate, también conocida como tomatara, pertenece a la familia de las Solanáceas. La especie más cultivada en todo el mundo es *Solanum lycopersicum*. Es una planta herbácea y dicotiledónea. En su estado silvestre, es originaria de la zona andina del Perú. La planta es cultivada en todo el mundo para el consumo de su fruto, el tomate o jitomate, tanto fresco como procesado de diferentes maneras. (Amigo, 2018)

### 2.1.2.- Cultivo de Tomate

El cultivo del tomate es una labor muy extendida por todo el mundo. De hecho, es una de las plantas más conocidas por la población. Por tener tanto protagonismo, es necesario tener unos conocimientos sobre la forma correcta de cultivo. (Mula, 2012)

### 2.1.3.- Origen

El tomate es una especie originaria de América, al parecer de las regiones montañosas de Perú, Ecuador y Bolivia.

El jitomate es considerado como nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los andes (Colombia, Ecuador, Chile, Bolivia y Perú) y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. Romero, (2003:19).

### 2.1.4.- Taxonomía y Morfología del Tomate

Tabla n°1  
Taxonomía de la planta de tomate

| Taxonomía         |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| Reino             | Plantae                     |
| División          | Magnoliophyta               |
| Clase             | Magnoliopsida               |
| <b>Sub clase</b>  | Asteridae                   |
| Orden             | Solanales                   |
| Familia           | Solanaceae                  |
| Genero            | Solanum                     |
| <b>Sub genero</b> | Potatoe                     |
| <b>Sección</b>    | Petota                      |
| Especie           | <i>Solanum Lycopersicum</i> |

Fuente: Elaboración propia

#### **2.1.4.1.- Morfología**

Planta herbácea de tallo semileñoso. Las hojas a su vez están compuestas por otras más pequeñas llamadas foliolos. Existen dos tipos de hábito de crecimiento: plantas de crecimiento determinado que alcanza una altura máxima de dos metros, y plantas de crecimiento indeterminado las cuales alcanzan longitudes hasta de diez metros. Las de crecimiento determinado presentan un racimo por cada hoja. Las de crecimiento indeterminado presentan un racimo cada tres hojas.

#### **2.1.6.- Importancia de la producción del cultivo de tomate**

El CAITE (1989:29). Señala que, entre la gran diversidad de hortalizas y fruto, el *Solanum lycopersicum* “tomate” es el más importante; genera una alta entrada de divisas, emplea gran cantidad de mano de obra actividad económica por el monto de consumos, dedicadas a su producción, mercadeo y agroindustria; tiene considerable valor nutricional para la población y es una fuente importante de vitaminas y minerales.

#### **2.1.7.- En la Industria**

La industria de la conserva de tomate es importante por todas sus cualidades, así por la multiplicidad de productos elaborados y sus usos. El uso de concentrados es uno de los importantes renglones de la industria. Según Bergeret (1953:21).

#### **2.1.8.- En la Medicina**

El tomate es muy rico en vitaminas A, B, Y C es alimento catalizador y remineralizado, contiene la mayor riqueza en sales naturales; asimilables, la carotina es un elemento primordial para la energía vital, el potasio que contiene es un gran neutralizante de la acidez, es desintoxicante, diurético y estimulante de la vitalidad del organismo, además es recomendable para el raquitismo infantil, anemia, el mayor mérito terapéutico del tomate reside en la curación de úlceras internas y externas, los tomates frescos y maduros constituyen un eficaz remedio para eliminar el ácido úrico. El reumatismo, la gota, las enfermedades del hígado y de los intestinos se consigue la curación consumiendo tomate que tiene abundancia de sales minerales. Según Seapas (1990:17); citado en Collao G. (1992:18).

### **2.1.9.-Propiedades Nutritivas**

El *Solanum lycopersicum* “tomate” no es especialmente nutritivo, pero puede ser una fuente importante de minerales y vitaminas si se estimula su consumo; no ocupa un lugar importante en la concentración de *componentes* especiales de la dieta. Por ejemplo, entre las principales frutas y hortalizas que se comen en Estados Unidos el tomate ocupa el decimosexto lugar como fuente posible de vitamina A, y décimo tercero en vitamina C. sin embargo, debido al gran consumo, este ocupa el tercer lugar como fuente real de esas vitaminas (Villareal, 1982:33) Villareal (1982:34) y Valadez. (1993:35), muestran los valores de los compuestos orgánicos e inorgánicos que se obtuvieron en base a 100 gr. La parte comestible de los frutos de *Solanum lycopersicum*” tomate” maduro.

### **2.1.10.- Parcelas o Áreas de Producción**

El *Solanum lycopersicum* “tomate” puede clasificarse según las plantas que se siembren en espacios abiertos o campos abiertos y bajo protección; si a las plantas se colocan puntales o crecen libremente, o si la siembra se hace trasplantando plántulas. La mayor parte de los tomates del mundo vienen de plántulas trasplantadas, sembradas en campo abierto y sin puntales.

Cultivo expuesto bajo protección: generalmente el tomate se siembra en campos abiertos; este método llamado cultivo expuesto, es muy usado en huertas caseras por los pequeños productores comerciales y por los agricultores en gran escala. El cultivo protegido tiene muchas formas, desde simple cobertura contra la lluvia a control completo de los factores ambientales.

En áreas tropicales, Filipinas y Colombia, algunos productores comerciales siembran tomates bajo estructuras cubiertas con láminas de plástico para proteger las plantas contra las lluvias, fuertes generalmente los lados de las estructuras se dejan abiertos para ventilación e iluminación. El techo reduce la incidencia de insectos y enfermedades y facilita el control de plagas por cuanto la lluvia no lava los productos orgánicos aplicados; también reduce la lixiviación de los fertilizantes. En las tierras altas el efecto calentador del techo plástico beneficia el crecimiento del tomate, pero la reducción de la intensidad de la luz no lo beneficia. En las tierras bajas el aumento de la temperatura puede ser un problema serio.

### **2.1.11.- Problemática de la producción**

Augstburger (1984:19), al referirse al cultivo de tomate indica que, muchas veces al ser controlables las plagas y enfermedades a través del control fitosanitario, los agricultores se exceden en el uso de pesticidas, los cuales aumentan los costos de producción.

El Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria y Misión Técnica Alemana (1987) indica que, al ser Cochabamba el centro de producción hortícola más importante del país, caracterizada por la producción en pequeñas parcelas con técnicas agrícolas tradicionales y por otra parte la variabilidad de precio e incrementos porcentuales en los distintos niveles de comercialización constituyen un riesgo que impide a los agricultores aumentar el cultivo en superficie y/o mejorar su tecnología de producción.

### **2.1.12.-Causas meteorológicas**

En la actualidad en la localidad el Sena existe corrientes fuertes de viento y altas temperaturas por la altitud en la que se encuentra (200 msnm), la producción orgánica de *Solanum lycopersicum* “tomate”, al incrementarse la temperatura en el ambiente, aumenta el metabolismo de las plantas de manera significativa. Debido a esto, se requiere un mayor suministro de insumos para la planta: más agua de riego y nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.)

#### **➤ Efecto de altas temperaturas**

Cuando las temperaturas son excesivamente cálidas, la formación y llenado de frutos se acelerará demasiado y podrá afectar los rendimientos.

#### **➤ Efecto de viento**

Además, el viento acelera los fenómenos de transpiración y deshidrata los tejidos de la célula.

### **2.1.13.- Rendimiento y producción de *Solanum lycopersicum* “tomate”**

La producción de tomate en Bolivia ha aumentado año tras año, principalmente de siembra de nuevas áreas por los avances tecnológicos de la mejora genética de variedades mejoradas que son cultivables en la actualidad y, en segundo lugar, por rendimiento por hectáreas más altos en trópicos y valles meso térmicos que son ambientes más favorables para la producción de hortalizas.

#### **2.1.14.- Producción orgánica del tomate**

La alternativa del agricultor dedicado al cultivo de este producto, es la utilización de un sistema de producción agropecuaria adecuada a las condiciones ecológicas y socio-económicas, es decir, evitar en lo posible el uso de insumos importados y que ser base en los recursos del propio lugar. Así se tiene el cultivo asociado *Solanum lycopersicum* “tomate”- ajo (el ajo es repelente hacia las enfermedades que pueden atacar el tomate).

#### **2.1.15.- Zonas productoras de tomate en Bolivia**

El Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria y Misión Técnico Alemana (1987), indica que la producción de tomate en Cochabamba se realiza en las provincias de Punata (6.8 ton/ha), Mizque (8.3 ton/ha), Esteban arce (16 ton/ha), Carrasco (6.1 ton/ha), Campero (10 ton/ha), Ayo paya (4.2 ton/ha).

#### **2.1.16.- Adaptación de la planta**

Las hortalizas producidas a partir de almácigos (trasplante, plántulas) son cosechadas más tempranas que aquellas que son directamente sembradas. Los productores que usan almácigos pueden aspirar a los mercados de temporada temprana y reducen el tiempo requerido para producir un segundo o tercer cultivo durante una misma temporada de producción.

Los almácigos producidos en invernaderos pueden ser protegidos eficientemente contra adversidades ambientales, enfermedades y plagas. Los almácigos permiten a los productores establecer las poblaciones de las plantas en forma casi perfecta, obtener espaciamiento óptimo y uniformidad fisiológica de las plantas dentro de los bloques de un campo.

Cuando los almácigos son trasladados desde el invernadero al campo, estos sufren un choque de trasplante (un obstáculo para el crecimiento).

La rapidez que la planta tiene para sobreponerse a este choque y establecerse en el campo depende del tipo de planta, condiciones ambientales, calidad de los almácigos producidos, preparación del suelo y del manejo durante el proceso de trasplante. El tomate es resistente al trasplante, sus raíces se regeneran rápidamente a comparación de otras hortalizas.

### **2.1.17.- Variedades de *Solanum lycopersicum* “Tomate”**

Se ha seleccionado la variedad de tomate río grande porque 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 contextura firme con abundante pulpa y excelente sabor.

### **2.1.18.- Época del cultivo.**

En los valles meso térmicos se acostumbra sembrar durante todo el año; pero por problemas de plagas y enfermedades, se ha establecido que la época más apropiada es de febrero a abril.

### **2.1.19.- Clima y suelo**

- Suelo: el tomate puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado con suficiente materia orgánica. Es una planta mediana mente tolerante a la salinidad. El PH oscila entre 6.0 y 7.0.
- Clima: El cultivo de tomate de pera inicia por medio de la siembra que se puede hacer desde finales de invierno a comienzos de primavera. La temperatura debe rondar por los 22 a 35 grados Celsius.

### **2.1.20.- Sistemas de producción de almácigo**

Según Wayne L. (2003:31), los almácigos en contenedores producidos en invernaderos, producción de almácigos en suelo con hileras cubiertas o camas calientes y producción de almácigos en suelo a campo abierto.

### **2.1.21.- Producción de plántulas**

Es la primera etapa en el proceso de producción de tomate bajo invernadero. El semillero para tomate requiere de un cuidado especial, puesto que, de la preparación de sustrato, la siembra de la semilla y el manejo del clima dependerá la obtención de plantas sanas, vigorosas y uniformes.

### **2.1.22.- Manejo del semillero**

Actualmente, la producción de plántulas en general se ha convertido en una actividad especializada, en las cuales las innovaciones tecnológicas son una necesidad cada vez más creciente.

### 2.1.23.- Sustrato de la siembra

Características de los cuatro sustratos

#### ➤ **Polvillo de almendra**

- Tener baja densidad aparente, es decir, que sea un material liviano con alto porcentaje de espacio poroso (>80%) y un volumen de aire a capacidad de campo mayor a 20%.
- Tener buen drenaje y capacidad de infiltración.
- Tener una buena cohesión entre partículas.
- No tener tendencia a la compactación.
- Alcanzar buen estado nutricional tanto de micro elementos como de elementos mayores y tener una acides (PH) optima.

#### ➤ **Aserrín descompuesto**

- Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0.1 a 0.45 g·cm<sup>-3</sup>. La porosidad total es superior al 80 %, la capacidad de retención de agua es de baja a media, pero su capacidad de aireación suele ser adecuada.

#### ➤ **Estiércol bovino**

- El estiércol es rico en nutrientes específicos como fosfato y potasio. Estos nutrientes pueden beneficiar a los cultivos, pero aplicaciones repetidas pueden resultar en una acumulación perjudicial para el suelo.

#### ➤ **Chala de arroz**

- Entre las principales propiedades físico-químicas de la chala de arroz se tiene que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte.

### 2.1.24.- Preparación de almacigueras

Las almacigueras son terrenos preparados para instalar algunas especies de hortalizas principalmente el cultivo de tomate que tienen la particularidad de comportarse mejor una vez trasplantado; las hortalizas que requieren almacigueras, son incapaces de desarrollar

normalmente si es que se la cultiva directamente en el terreno debido a diversos factores como ser: desarrollo inicial lento, incapacidad de competir con malas hierbas, alto costo de la semilla.

#### **2.1.25.- Siembra y germinación**

Existe la posibilidad de hacer buenos semilleros mediante uso de bandejas de propagación de material plástico de diferentes tamaños y número de celdas por bandeja, las cuales ofrecen ventajas como el uso más eficiente de la semilla, debido a que se siembra uno o dos semillas por celda, la facilidad para movilizar las plántulas de un lugar a otro la economía en el uso de sustrato y el poder trasplantar las plantas sin que haya daño de raíces.

Una plántula de tomate tiene las condiciones apropiadas para su trasplante cuando cumple con las siguientes condiciones:

#### **2.1.26.- Distancia de siembra**

La siembra en surcos individuales con distancia desde 0.60 m. hasta 1.20 m. y distancias entre plantas de 0.40 a 0.50 m. también se pueden sembrar en surcos dobles. Densidad de siembra es entre 2.5 y 3.0 plantas/m<sup>2</sup>.

#### **2.1.27.- Preparación de suelo**

Alta incorporación de materia orgánica (guano de ovinos, bovinos y otros) e incorporación de fuentes de nitrógeno, tales como la gallinaza compostada o biofertilizantes líquidos.

#### **2.1.28.- Material de siembra**

La siembra se realiza con plántulas que tengan dos o más hojas verdaderas completamente desarrolladas.

#### **2.1.29.- Trasplante**

Se realiza aproximadamente entre cuatro a cinco semanas después de la siembra. Antes del trasplante, se levantan camas de una altura mínima de 20 cm. una vez trazados los sitios se marcan los sitios en las cuales irán ubicadas las plantas. Es aconsejable que durante el trasplante una pequeña porción del tallo quede enterrada en el suelo para proporcionar un mejor soporte inicial y permitir a la planta el desarrollo de nuevas raíces en la parte enterrada del tallo, Según, Romero y Escobar (2001).

### **2.1.30.- Podas**

El mismo autor recomienda hacer deschuponada permanente mente y se deben suprimir las hojas viejas, amarillas o enfermas. Cuando la humedad es demasiado alta será necesario tratar con un biofertilizante líquido después de los cortes. Los frutos deformes o excesivos deben ser eliminados cuanto antes.

### **2.1.31.- Tutorado**

El tutorado del tomate es necesario para que los tallos y brazos de la planta se mantengan enderezados, no se rompan con facilidad y crezcan verticalmente. Hay diferentes formas de en tutorar las plantas de tomate:

- Tutores sencillos con varas o estacas.
- Tutorado sencillo con cuerdas o cintas.
- Entutorado de malla o en espaldera.
- Entutorado en pirámide (tutores en forma de Tipi o tienda india).
- Tutorado en capilla o en caballete.

El tutorado del tomate es esencial para evitar que la planta caiga hacia el piso y esté en contacto con el suelo húmedo, lo que aumenta la posibilidad de enfermedades.

### **2.1.32.- Polinización**

La planta del tomate es “auto polinizadora”, por lo cual no se requiere de polinización cruzada. Los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre. En cambio, en los invernaderos, el movimiento del aire es insuficiente para que las flores se polinicen por sí mismas, sido necesaria la hibridación de los racimos florales para obtener una buena polinización.

### **2.1.33.- Riego**

El tomate tiene altos requerimientos de agua tanto en cantidad como en frecuencia de suministro. Las necesidades hídricas del tomate son muy variables y dependen en la parte de la variedad (crecimiento abierto). El estado del desarrollo del cultivo, tipo de suelo o sustrato, la topografía y las condiciones climáticas. (Lee y Escobar 29: 2001).

### **2.1.34.- Nutrición vegetal**

Para óptimo desarrollo, crecimiento y producción, la planta de *Solanum lycopersicum* “tomate” requiere 17 elementos nutricionales. De ellos, el carbono, oxígeno y el hidrogeno provienen fundamentalmente del aire o del agua y los catorce restantes son absorbidos directamente del suelo. De los elementos minerales, el nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), y azufre (S) se denominan elementos mayores. El hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn), boro (B) y molibdeno (Mo) son elementos menores y la mayoría de los cuales provienen del suelo o de los fertilizantes orgánicos. Los aplicados son:

Uso de estiércoles de animales, abonos orgánicos fermentados, los biofertilizantes líquidos, los abonos verdes siempre que estén libres de contaminantes.

Adición esporádica de elementos cuya ausencia limita la plena actividad biológica del suelo y la fisiología vegetal, como ser: calcáreos y magnesianos, fosfatos naturales y semi solubles, harina de huesos y otras fuentes de fósforo de baja solubilidad.

### **2.1.35.- Control de malezas**

Las malezas son aquellas plantas que en un momento dado dificultan o interfieren de una u otra forma en el crecimiento normal e un cultivo. El cultivo de tomate (al igual que en todos los cultivos), las malezas tienen dos efectos diferentes:

- Competir en la toma de agua, nutrientes y luz
- Ser hospederas alternativas de hongos y plagas que pueden afectar en el cultivo.
- El mismo autor menciona que el control de malezas al igual que el de las plagas y enfermedades, también requiere un control integrado que convine el control con herbecidas.

### **2.1.36.- Manejo de plagas y enfermedades**

Mediante el establecimiento de la biodiversidad (cultivos asociados, rotación de cultivos, etc.) y la utilización de insecticidas de origen botánico, logrados a base de extractos de plantas, de ceniza vegetal o cal, jabón común, etc. (Duran, 2003).

**CAPÍTULO III**  
**MARCO**  
**METODOLÓGICO**

### **3.1.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1.-Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se describe en la metodología proporcionada es un estudio experimental.

Manipulación de variables: En este estudio, se asignarán aleatoriamente diferentes parcelas de cultivo a cuatro tipos de sustratos orgánicos: polvillo de almendra, aserrín descompuesto, estiércol bovino y chala de arroz. Esta asignación aleatoria permite la manipulación de la variable independiente (tipo de sustrato) para observar su efecto en las variables dependientes (crecimiento y rendimiento del cultivo).

Control de variables: al utilizar un diseño experimental, se busca controlar o mantener constantes otras variables que podrían afectar los resultados. Por ejemplo, al seleccionar parcelas similares para cada tipo de sustrato, se minimiza la variabilidad que no está relacionada con la variable de interés.

Causalidad: La investigación experimental está diseñada para establecer relaciones causales entre las variables. Al manipular la variable independiente y controlar otras variables, se busca determinar si hay una relación causal entre el tipo de sustrato y el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate

Mediciones repetidas: Se llevarán a cabo mediciones repetidas a lo largo del tiempo para evaluar el crecimiento de las plantas y el rendimiento del cultivo. Esto permite una observación continua de cómo las variables cambian en respuesta a la manipulación del sustrato

Análisis estadístico: Se utilizarán herramientas estadísticas para analizar los datos recopilados y determinar si existen diferencias significativas entre los grupos de sustratos. Esto ayuda a establecer la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos

Este estudio experimental se caracteriza por la manipulación de una variable independiente para observar su efecto sobre otras variables y establecer relaciones causales. Este enfoque es especialmente útil cuando se busca entender cómo ciertos factores, en este caso, tipos de sustratos, influyen en el crecimiento y rendimiento de un cultivo específico, como el tomate.

Es decir que, el investigador se traslada hasta el sitio donde ocurre el fenómeno que desea estudiar, con el propósito de recolectar información útil para su investigación.

### **3.1.2.- Enfoque**

El enfoque de la presente investigación sobre la evolución del crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate con cuatro tipos de sustratos orgánicos en la Unidad Académica El Sena, Pando, se clasificara como cualitativo y cuantitativo.

- Investigación numérica: La investigación implica la medición cuantitativa de variables como la altura de las plantas, el número de hojas, el peso, tamaño y color de los frutos. Estas medidas numéricas permiten realizar análisis estadísticos para obtener resultados cuantitativos.
- Diseño experimental: Se utiliza un diseño experimental en el que se asignan aleatoriamente diferentes sustratos a parcelas específicas. Este diseño proporciona la estructura necesaria para realizar análisis cuantitativos y estadísticos para determinar si hay diferencias significativas entre los sustratos.
- Análisis estadístico: La metodología incluye el uso de herramientas estadísticas para analizar la variación en el crecimiento y rendimiento del cultivo entre los diferentes sustratos. Esto apunta a proporcionar resultados cuantificables y permitir inferencias estadísticas sobre la influencia de los sustratos en el cultivo de tomate.
- Objetivos medibles: Los objetivos del estudio, como la determinación del impacto de los sustratos en el crecimiento y rendimiento del tomate, son claramente medibles y cuantificables. Se buscan respuestas específicas y numéricas a través de la recopilación y análisis de datos
- Generalización de resultados: Los resultados obtenidos a través de un enfoque cuantitativo tienen la capacidad de generalizarse a poblaciones más amplias. Esto permite extrapolar conclusiones a contextos similares en términos de tipos de sustratos y cultivo de tomate.
- El enfoque cuantitativo de esta investigación proporciona la estructura necesaria para recopilar datos numéricos, realizar análisis estadísticos y obtener resultados objetivos y medibles sobre cómo diferentes sustratos orgánicos afectan al crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate en la región mencionada.

- El enfoque que se realizó es el enfoque mixto, ya que este recolecta, analiza y vierte datos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio.

### **3.1.3.- Método**

El método de investigación que se utilizara será el método deductivo.

- El método deductivo infiere hechos observados partiendo de reglas generales.
- La deducción conecta las premisas con las conclusiones; si todas las premisas son ciertas, los términos están claros y se utilizan las reglas de la deducción, la conclusión debe ser cierta.
- El método deductivo puede dividirse en el método deductivo directo de conclusión inmediata (cuando se obtiene un juicio en relación con una sola premisa, sin intermediarios) y el método deductivo indirecto o conclusión mediata (cuando la premisa mayor contiene la proposición universal y la premisa menor contiene la proposición particular, la conclusión resulta de la comparación de ambas).

### **3.1.4.- Población y Muestreo**

- **Población:** La población de datos para los cuatro diferentes sustratos son : polvillo de almendra 50 individuos, aserrín descompuesto 50 individuos, estiércol bovino 50 individuo y chala de arroz 50 individuos.
- **Muestreo.-** El muestreo para los cuatro tipos de sustratos (polvillo de almendra, aserrín descompuesto, estiércol bovino y chala de arroz) será el siguiente:  
Logrando obtener una densidad poblacional individual de plantas por platabanda 50, 50,50 y 50 dando un total de densidad general de plantas igual a 200 de las cuales la población a evaluar fue del 25 % de la población que es igual a 50 individuos a evaluar.

### **3.1.5.- Técnicas e Instrumentos de investigación**

#### **3.1.5.1.- Técnicas**

En la presente investigación sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate con cuatro tipos de sustratos, se utilizarán las siguientes técnicas de recopilación de datos.

### **1.-Muestreo:**

Utiliza un método de muestreo representativo para seleccionar las plantas de tomate que formarán parte de tu estudio.

### **2.-Mediciones Físicas:**

Realiza mediciones precisas de variables como la altura de las plantas, el número de hojas, el tamaño y peso de los frutos. Utiliza herramientas y equipos adecuados para obtener datos cuantitativos exactos.

### **3.-Análisis de Suelo:**

Realiza análisis de suelo para evaluar propiedades como pH y contenido de nutrientes en cada tipo de sustrato.

### **4.-Observación Visual:**

Realiza observaciones visuales regulares para evaluar aspectos cualitativos del crecimiento de las plantas. Observa signos de salud, color de las hojas, presencia de plagas, entre otros.

### **5.-Muestreo de Frutos:**

Selecciona una muestra representativa de frutos de cada planta y registra su tamaño y peso. Esto proporcionará datos sobre el rendimiento del cultivo.

De acuerdo con aquellas técnicas que existen para la recopilación de la información la cual depende del desarrollo de la investigación, la técnica utilizada fue:

- **La Observación:** Es muy importante ya que llega a ser un elemento fundamental de cualquier proceso investigativo; ya que nos apoyaremos en ella para así poder obtener el mayor número de datos posibles.

#### **3.1.5.2.- Instrumentos**

El instrumento que se utilizó en el proyecto fue:

- **Hoja de registro:** El cual nos permite definir previamente los datos más importantes que deben recogerse, por tener una relación directa con el problema de investigación ver anexo 14

## 3.2.- REFERENCIA GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

### 3.2.1.- Ubicación del proyecto

El proyecto se estableció en la gestión del 2023 en la Unidad Adámica el Sena, ubicada en el municipio del Sena tercera sección de la provincia madre de Dios del departamentode Pando, posee una extensión superficial de 7589 km<sup>2</sup>, está situado a una altura promedio de 200 metro sobre el nivel del mar, su topografía es plana con una ligera ondulación cuenta con un clima tropical húmedo y cálido con una temperatura media de 25.5°centígrado.

### 3.2.2.- localización

#### 3.2.2.1.- Macro localización

El proyecto de investigación “evaluación del crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*solanum lycopersicum*), con cuatro tipos de sustratos estará ubicada en Bolivia, tercera sección, de la provincia madre de Dios del departamento de Pando, en el municipio el Sena, en los predios de la Unidad Académica el Sena.



Figura n°1 :Mapa de la unidad academica el sena  
Fuente : Gogle

### 3.2.2.2.- Micro localización

El proyecto de investigación “evaluación del crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*solanum lycopersicum*), con cuatro tipos de sustratos estará ubicada en el barrio tres almendros

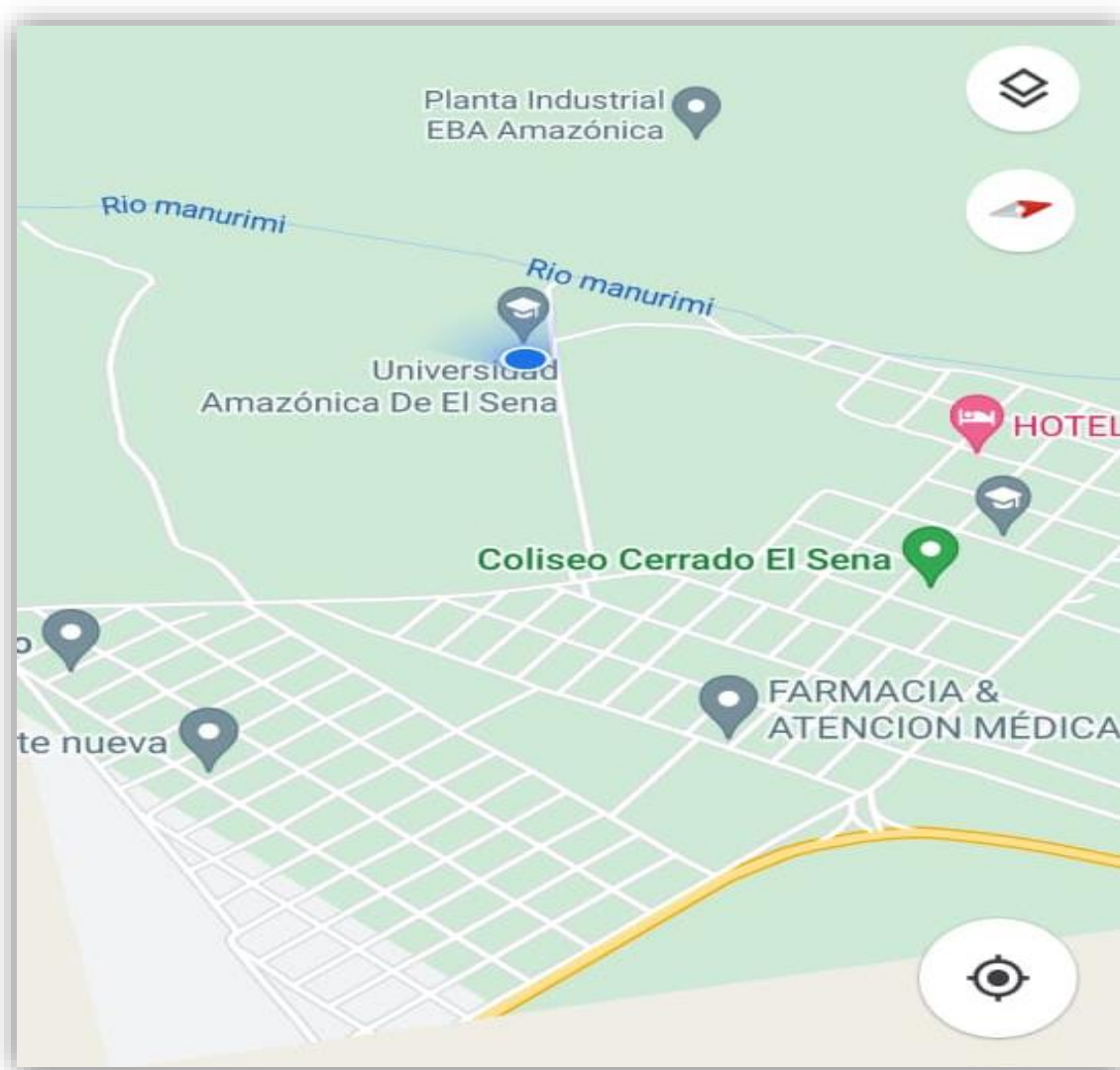


Figura n° 2: croquis de la ubicación del proyecto  
Fuente: Google

### 3.3.- DISEÑO DEL MÓDULO DE EXPERIMENTO

El área experimental (se encuentra ubicado dentro del área de la Unidad Académica el Sena), cuenta con una superficie de 225 m<sup>2</sup>, correspondiente a 15 metros de longitud y 15 metros de ancho. Las platabandas poseen 7 m de longitud y 1.20 m de ancho, los surcos poseen una longitud de 7 metros y 40 centímetros entre surcos, logrando obtener una densidad poblacional individual de plantas por platabanda 50,50,50 y 50 dando un total de densidad general de plantas igual a 200.

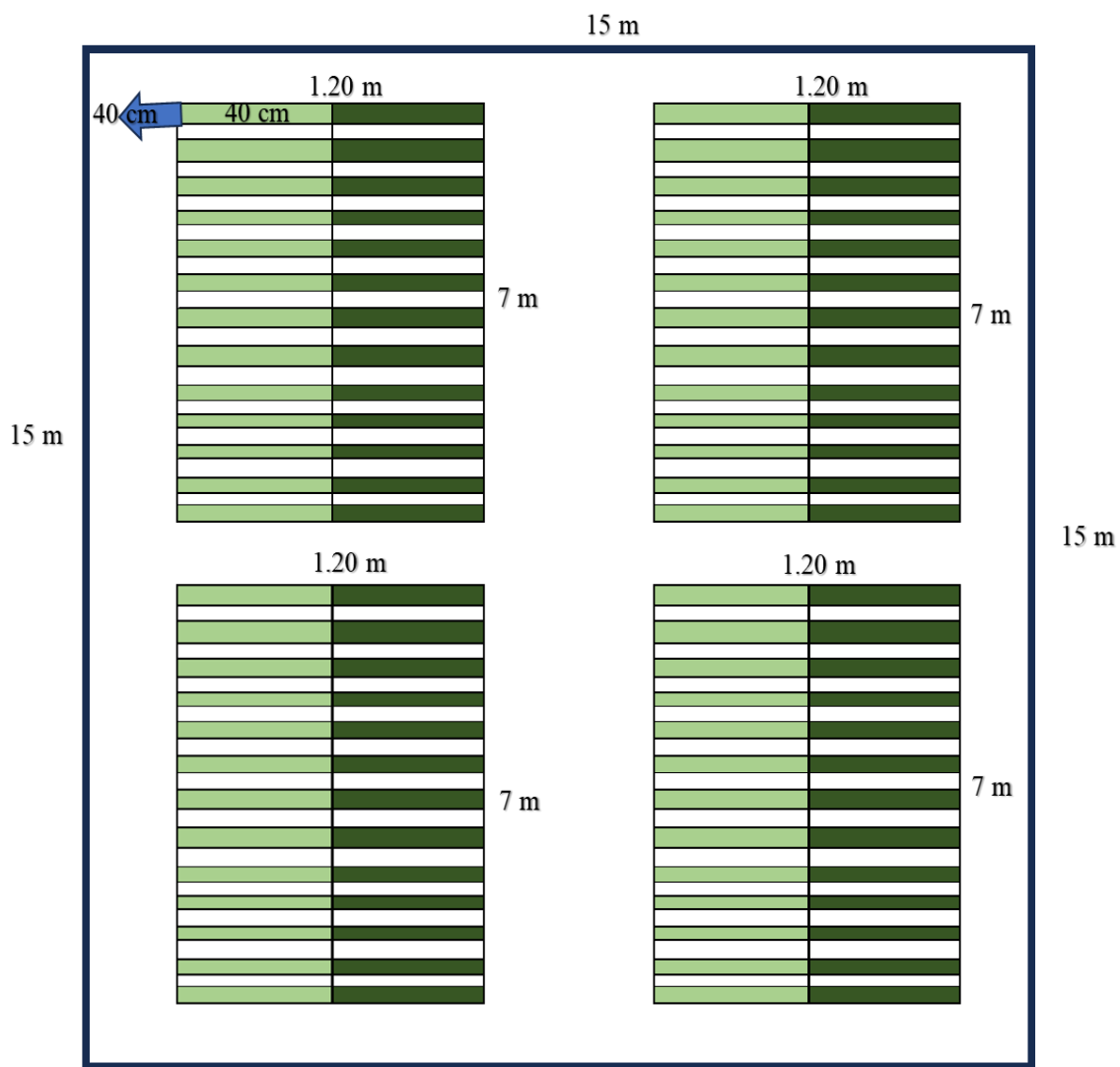


Figura n°3: croquis del área experimental  
Fuente: Elaboración propia

**3.3.1.- Diseño metodológico.** -El proyecto se estableció con un diseño de cultivo en platabandas, con el factor de estudio, crecimiento y rendimiento del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*) con cuatro tipos de sustratos (polvillo de almendra, aserrín descompuesto, estiércol bovino y chala de arroz), Los cuales fueron distribuidos de manera organizada al momento de la siembra. Los tratamientos se realizaron en distancias de siembras semejantes, 40 centímetros entre surcos y 40 centímetros entre plantas. En los cuatro tablonos.

Tabla n°: 2  
Descripción de los tratamientos evaluados

| Claves         | Distancia de siembra (cm) |
|----------------|---------------------------|
| T <sub>1</sub> | 40                        |
| T <sub>2</sub> | 40                        |
| T <sub>3</sub> | 40                        |
| T <sub>4</sub> | 40                        |

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.- DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DE REQUERIMIENTO

Tabla n° 3: Descripción del material de requerimiento

| N°                            | DESCRIPCION   | UNIDAD | CANTI/UNIT | PRECIO | TOTAL        |
|-------------------------------|---------------|--------|------------|--------|--------------|
| <b>MATERILA A INPLEMENTAR</b> |               |        |            |        |              |
| 1                             | Machete       | 1      | 1          | 50     | 50           |
| 2                             | Azado         | 1      | 1          | 70     | 70           |
| 3                             | Carretilla    | 1      | 1          | 800    | 800          |
| 4                             | Sinta métrica | 1      | 1          | 120    | 120          |
| 5                             | Abono         | 4      | 4          | 30     | 120          |
| 6                             | Semilla       | 4      | 4          | 20     | 80           |
|                               | Regadera      | 2      | 2          | 60     | 120          |
|                               | Rastrillo     | 1      | 1          | 70     | 70           |
| <b>SUMA TOTAL</b>             |               |        |            |        | <b>1.430</b> |

Fuente: Elaboración propia

### **3.5.- DETALLE DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE SE EJECUTARA**

- Identificar el lugar
- Delimitación del Área
- Limpieza de lugar para la siembra de tomate
- Abonado para la siembra
- Siembra del cultivo del tomate
- Controles de plagas y enfermedades del tomate
- Labores culturales
- Recolección de datos del cultivo

La primera actividad consistió en el reconocimiento y ubicación de la parcela experimental, para el cultivo de tomate a implementar.

Se realizó de forma manual que consistió en una limpieza, deshierbe y recojo de restos vegetales del terreno.

Se obtuvo los cuatro tipos de sustratos (polvillo de almendra, aserrín descompuesto, estiércol bovino y chala de arroz).

El control de malezas se realiza de forma manual, que consistirá en eliminar las malas hierbas, con el propósito de que la parcela se mantengan limpia, esta actividad se realizará cada 15 días durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

#### **3.5.1.- Limpieza del área experimental**

Se realizó de forma manual que consistió en una limpieza, rosado con máquina y recojo de restos vegetales del terreno y desterronado de capa arable a una profundidad aproximada de 20 cm luego se realizara el nivelado.

### **3.6.- PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.6.1.- Variables a evaluar**

Se trabajó con el (25%) del total de las plantas y se realizó la evaluación de 8 plantas de cada platabanda, se midieron una vez a la semana las siguientes variables:

### 3.6.2.- Variables de crecimiento

#### 3.6.2.1.-Altura de planta (cm)

Es evidente que el crecimiento de las plantas se debe al tipo de sustrato que se utiliza, porque se afirma que los sustratos cumplen una función principal la cual es mantener estables las raíces de la planta, retener el líquido para lograr la hidratación y crecimiento en cada uno de las plantas de tomate. (Tirilly, 2002).

Se realizará la medición de la altura de la planta con cinta métrica, desde el nivel del suelo hasta la parte superior de la planta, por las mañanas, una vez por semana.



Figura n°4: Altura de planta  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6.2.2.-Diámetro de tallo (cm)

Autores como Bonner y Galston (1951), indican que a medida que se aumentan las densidades de siembra las plantas alcanzan menor diámetro, en este trabajo para el variable diámetro se observa que a menor densidad de siembra ocurre lo contrario; pudiendo atribuirse esto quizás a las altas temperaturas en que se desarrolló el cultivo superando los 36 °C.

Se realizara midiendo con vernier el grosor del tallo a una altura aproximada de 10 centímetros de la base y se expresó en centímetros.



Figura n°5: Diámetro del tallo  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6.2.3.-Número de ramas por planta

Estudios realizados para esta variable en condiciones protegidas indican que a medida que se aumenta el número de plantas por metro cuadrado hay mayor altura y mayor número de ramas (Van de Vooren, 1986), y se confirma con los resultados obtenidos en esta investigación.

Según Pendleton y Hartwig (1973) los altos rendimientos no están relacionados necesariamente al número de ramificación, siendo estas un inconveniente para realizar la cosecha mecanizada provocando pérdidas de cosecha.

Se contara el número de ramas totales de cada planta



Figura n°6: número de ramas por planta  
Fuente: Elaboración propia

#### **3.6.2.4.-Número de hojas por planta**

Las hojas de tomate son pinnadas compuestas, la hoja típica de la planta cultivada mide hasta 50 centímetros de largo y un poco menos de ancho, con un gran foliolo terminal y hasta ocho grandes foliolos laterales que a veces son compuestas (Zelaya, 2001)

Se contara el número de hojas por planta.



Figura n°7: número de hojas por planta  
Fuente: Elaboración propia

#### **3.6.3.-Variables de rendimiento**

Las mediciones se iniciaron en la fase de floración, se contaron todos los frutos observados por planta y en el momento de la cosecha se evaluaron de manera a lazar cinco frutos por planta, determinándoles el peso (g), diámetro polar (cm) y diámetro ecuatorial (cm).

### 3.6.3.1.-Número de flores por planta

El tomate posee una inflorescencia en forma de racimo, con flores pequeñas, medianas o grandes, de coloración amarilla en diferentes tonalidades. El racimo puede ser simple de un solo eje o compuesto cuando posee un eje con varias ramas. La cantidad de flores es regulada por características hereditarias y condiciones de cultivo (INTA 1999).

Se contará el número de flores en cada planta.



Figura n°8: número de flores por planta  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6.3.2.-Número de frutos por planta

Según Ortega et al. (2010), El número de frutos por planta se asocia a las partes morfológicas de éstas y depende en gran medida del tipo de inflorescencias que posean los cultivares, ya sean simples o compuestas esperándose que racimos compuestos posean un mayor número de flores y consecuentemente un mayor número de frutos; sin embargo, esto está en función del amarre de los de frutos.

Se contaron para determinar la cantidad de frutos producidos por planta y el rendimiento se extrapoló a número de frutos por platabanda



Figura n°9: número de frutos por planta  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6.3.3.-Número de fruto comercial por planta

Según el INTA (2002), para la comercialización de los frutos de tomate se deben de eliminar todos aquellos que presentan daños físicos (golpes, heridas) y los afectados por plagas y enfermedades ya que esto desmerece su calidad.

Se contarán los frutos comercializables tomando en cuenta los parámetros de comercialización en base a diámetro polar, diámetro ecuatorial y peso de los frutos.



Figura n°10: número de frutos comerciales por planta  
Fuente: Elaboración propia

#### 3.6.3.4.-Diámetro polar de los frutos (cm)

El diámetro polar y ecuatorial del fruto son variables que determinan el tamaño y la forma del mismo. El tamaño del fruto es variable según el material genético y alcanza diámetros variables (Mayorga, 2004).

Se tomara con vernier y se expresó en centímetros, midiendo desde la cicatriz del pedúnculo hasta el ápice del fruto.



Figura n°11: Diámetro polar de los frutos  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6.3.5.-Diámetro ecuatorial de los frutos (cm)

El diámetro polar y ecuatorial del fruto son variables que determinan el tamaño y la forma del mismo. El tamaño del fruto es variable según el material genético y alcanza diámetros variables (Mayorga, 2004).

Se tomaran con vernier y se expresó en centímetros, midiendo la parte media del fruto.



Figura n°12: Diámetro Ecuatorial de los frutos  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6.3.6.-Peso promedio de frutos por planta (g)

El tomate es una baya, bi o plurilocular cuyo peso oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituida por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. (Paredes, 2009).

En cada cosecha realizada se tomaron al azar cinco frutos de cada planta y se procedió a pesarlos en una balanza digital y se expresó en gramos.



Figura n°13: Peso promedio de los frutos por planta  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6.3.7.-Rendimiento (kg en cada platabanda)

En cada cosecha se tomó el peso en kilogramos de todos los frutos de cada planta.



Figura n°14: Rendimiento (kg en cada platabanda)  
Fuente: Elaboración propia

#### **3.6.4.-Recolección de datos**

Las variables de crecimiento se medirán cada 8 días y las variables de rendimiento en dependencia del estado de madurez de los frutos.

Los instrumentos a utilizar en el levantamiento de los datos fueron: tabla de campo, hojas de registro, vernier, cinta métrica, lápiz, cuaderno, calculadora y en el establecimiento y manejo del cultivo, azadones, lampa, machetes, alambres como tutores, pita de amarre.

##### **3.6.4.1.- Manejo agronómico del proyecto**

##### **3.6.4.2.-Establecimiento de semillero**

El almácigo se realizará en 230 vasos plásticos desechables, Se depositó una semilla en cada vaso a una profundidad aproximada de un centímetro, se regaron dos veces al día, en la mañana y en la tarde.

##### **3.6.4.3.-Preparación del terreno**

Antes de realizar la siembra controlamos mecánicamente con (azadones) el campo de cultivo, a fin de crear condiciones óptimas para el cultivo y evitar la competencia de las plantas de tomate con las arvenses. Las platabandas se realizarán con azadones con una dimensión de 7 metros de largo, 1.20 metros de ancho y 20 centímetros de alto.

##### **3.6.4.4.-Control de malezas**

El control de maleza se realizará de manera mecánica con ayuda de azadones, machetes y rastrillos con una frecuencia de ocho días desde el trasplante hasta la cosecha del cultivo.

##### **3.6.4.5.-Trasplante**

Se realizará de forma manual, a los 20 días después de la germinación de las semillas, cuando las plántulas tenían entre 10 y 15 cm de altura, enterrando las plantas hasta el cuello de la raíz (aproximadamente a 5 centímetros de profundidad)

##### **3.6.4.6.-Tutoreo y amarre**

Se inició cuando las plantas tenían aproximadamente 25 a 30 centímetros de altura utilizando el sistema de espaldera; en los extremos de los tablonces se colocarán estacas de aproximadamente

1.5 metros de largo y entre 10 a 15 centímetros de diámetro, se colocó un alambre galvanizado a una altura aproximada de 30 centímetros de la superficie del suelo, las otras hileras se colocaron aproximadamente a 60 centímetros una de la otra.

### 3.6.4.7.-Riego

En la etapa de semillero se realizará el riego por la mañana y por la tarde de forma manual haciendo uso de regaderas. Después del trasplante se continuó utilizando las regaderas para el riego (se utilizó 20 litros de agua por platabanda), una vez que aparecieron las primeras flores la cantidad de agua de riego incremento a 35 litros por platabanda y desde la aparición de los primeros frutos hasta la cosecha se aumentó la cantidad de agua a 70 litros por platabanda.

### 3.6.4.8.-Manejo fitosanitario

El manejo fitosanitario mediante el uso de productos naturales (insecticida natural spray de ajo y cebolla) se realizará tomando en consideración aspectos técnicos de manejo preventivo y curativo.

Tabla n°: 4

Descripción del manejo fitosanitario mediante el uso de productos naturales

| <b>INSECTICIDAS NATURAL</b>     |  |   |                                |
|---------------------------------|--|---|--------------------------------|
| <b>Momento</b>                  | <b>Actividad</b>                           | <b>Producto</b>                         | <b>Dosis</b>                   |
| 25/07/2023                      | Control de insectos<br>(Aplicación foliar) | spray de ajo, cebolla<br>y jabon blanco | 117g/bomba<br>de 5<br>litros   |
| 25/08/2023                      | Control de insectos<br>(Aplicación foliar) | spray de ajo, cebolla<br>y jabon blanco | 117/bomba<br>de<br>5<br>litros |
| <b>FUGICIDAS Y BACTERICIDAS</b> |  |   |                                |

|            |  |   |                              |
|------------|--|---|------------------------------|
| 15/09/2023 | Control de hongos<br>(Aplicación foliar) | spray de ajo, cebolla<br>y jabon blanco | 117g/bomba<br>de 5<br>litros |
|------------|--|---|------------------------------|

Fuente: elaboración propia

### 3.6.4.9.- Cosecha

La cosecha se realizará de forma manual, cuando los frutos tengan al menos el 50% de color rojo, se realizara por la mañana (6-9 am) para aprovechar temperaturas más bajas y con ello prolongar la vida de anaquel de los frutos, se hicieron 4 cortes (a los 81, 87, 95 y 101 días después del trasplante).

**CAPITULO IV**

**RESULTADOS**

**DE LA INVESTIGACIÓN**

## 4.1.- RESULTADOS

### 4.1.1.- Variables de crecimiento

#### 4.1.1.1.- Altura de planta (cm)

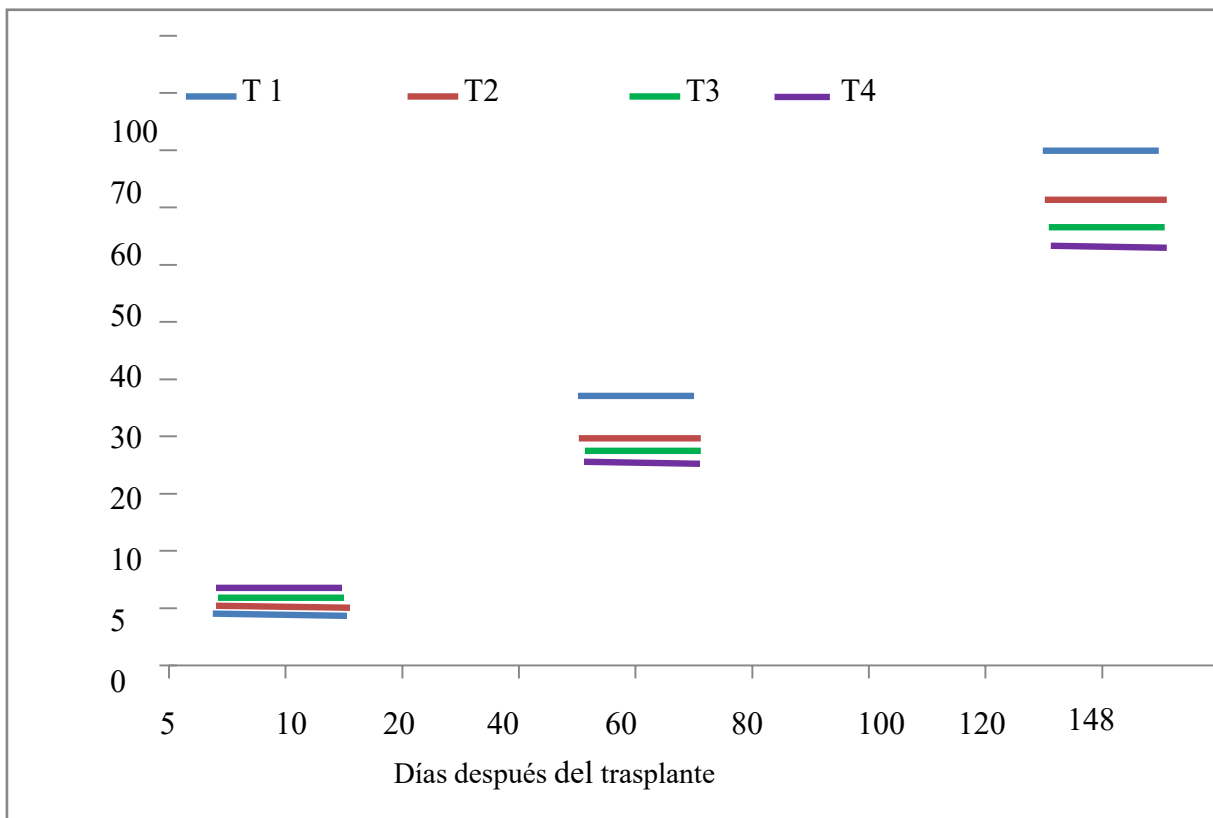


Figura n°15: Altura de planta en centímetros

Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de la variable altura de planta (cm) con un nivel de significancia de un 70% si mostró diferencias significativas.

El comportamiento de la variable altura de planta (cm) muestra una tendencia distinta en el tiempo para cada tratamiento, destacándose la siembra del tratamiento número 1 (sustrato de polvillo de almendra) con una altura de 100 centímetros, seguida del tratamiento número 2 (aserrín descompuesto) con una altura de 70 centímetros, continuando con el tratamiento número 3 (estiércol bovino) con una altura de 65 centímetros y culminando con el tratamiento número 4 (chala de arroz) con una altura de 60 centímetros. Ver anexo 5

#### 4.1.1.2.- Diámetro de tallo (cm)

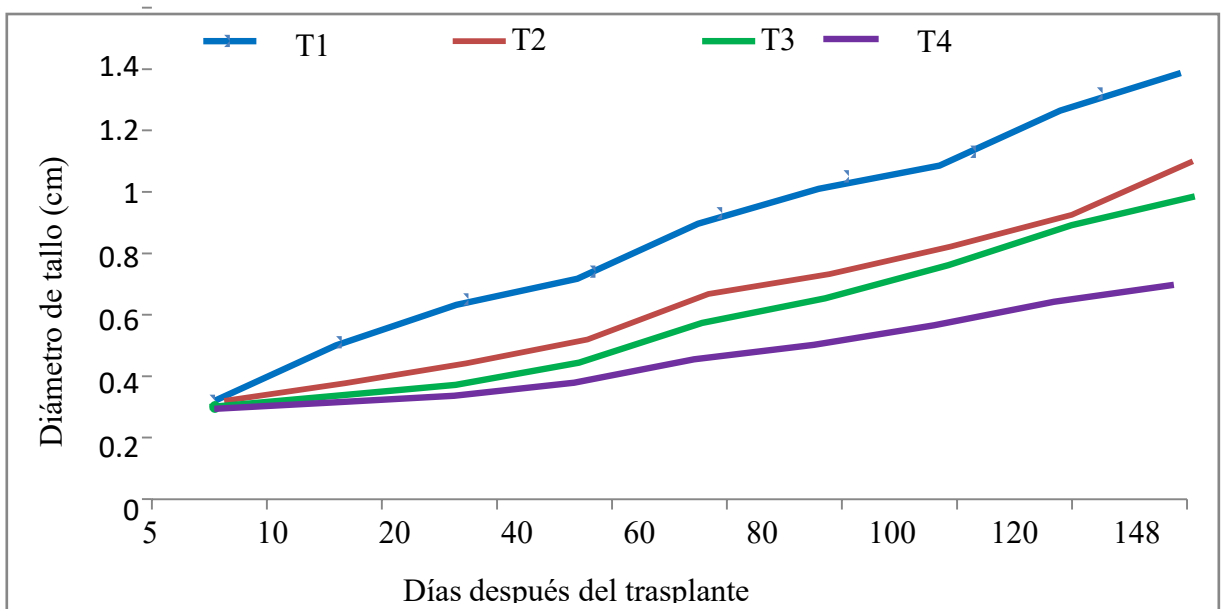


Figura n°16: Diámetro de tallo en centímetros

Fuente: Elaboración propia

La variable diámetro de tallo (cm) tiene un comportamiento ascendente, Estadísticamente si se encuentran diferencias significativas.

Se evidencio que en el tratamiento numero 1 (sustrato de polvillo de almendra) las plantas presentaron un mayor diámetro de 1.4 centímetros, en el tratamiento número 2(aserrín descompuesto) las plantas obtuvieron un diámetro de 1 centímetro, posteriormente en el tratamiento número 3 (estiércol bovino) la plantas alcanzaron un diámetro de 0.8 centímetros y en el tratamiento numero 4(chala de arroz) las plantas poseían un diámetro de 0.6 centímetros. ver Anexo 6

#### 4.1.1.3.- Número de ramas por planta

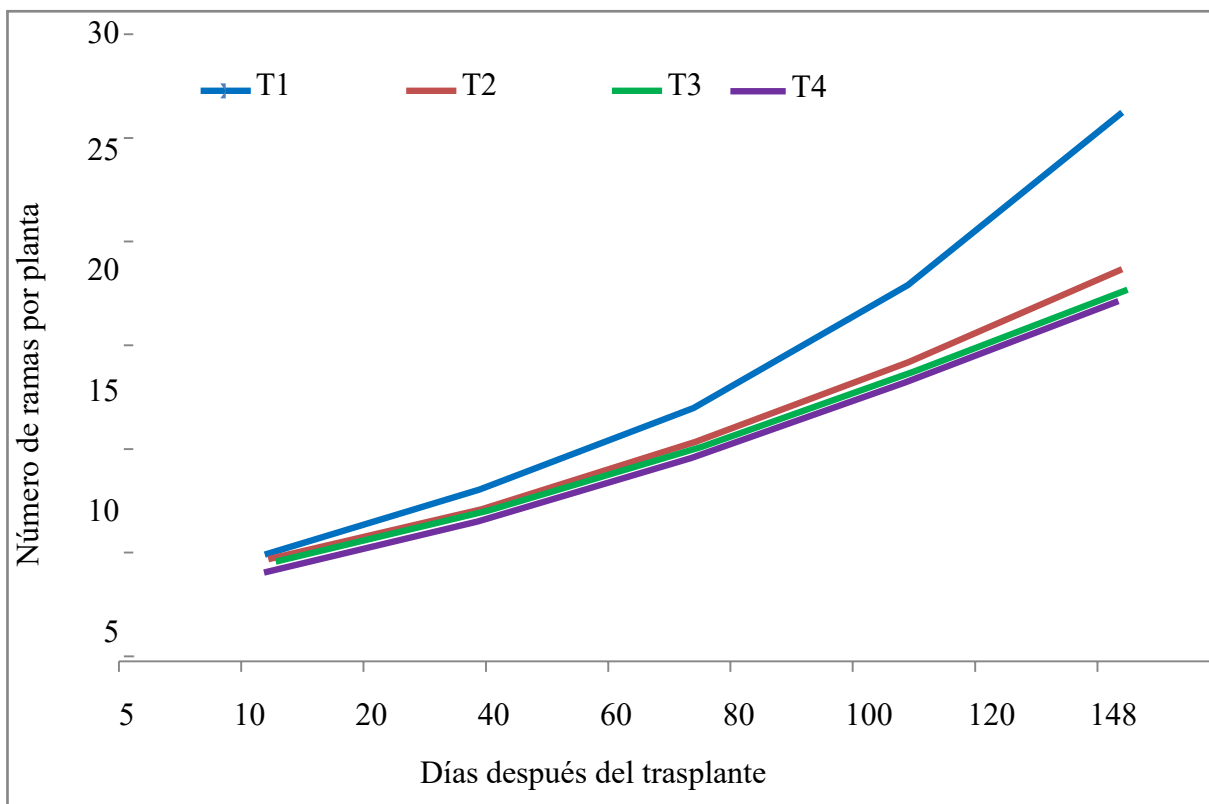


Figura n°17: Número de ramas por planta

Fuente: Elaboración propia

Estadísticamente si se encuentran diferencias significativas.

Para la variable de número de ramas por planta, se observó un aumento progresivo en cada platabanda de siembra a través del tiempo; obteniendo mayor número de ramas por planta en el tratamiento número 1 (sustrato de polvillo de almendra) con 25 ramas y en el tratamiento número 4 (chala de arroz) se obtuvo menos ramas por planta (16 ramas). Ver anexo 7

#### 4.1.1.4.- Número de hojas por planta

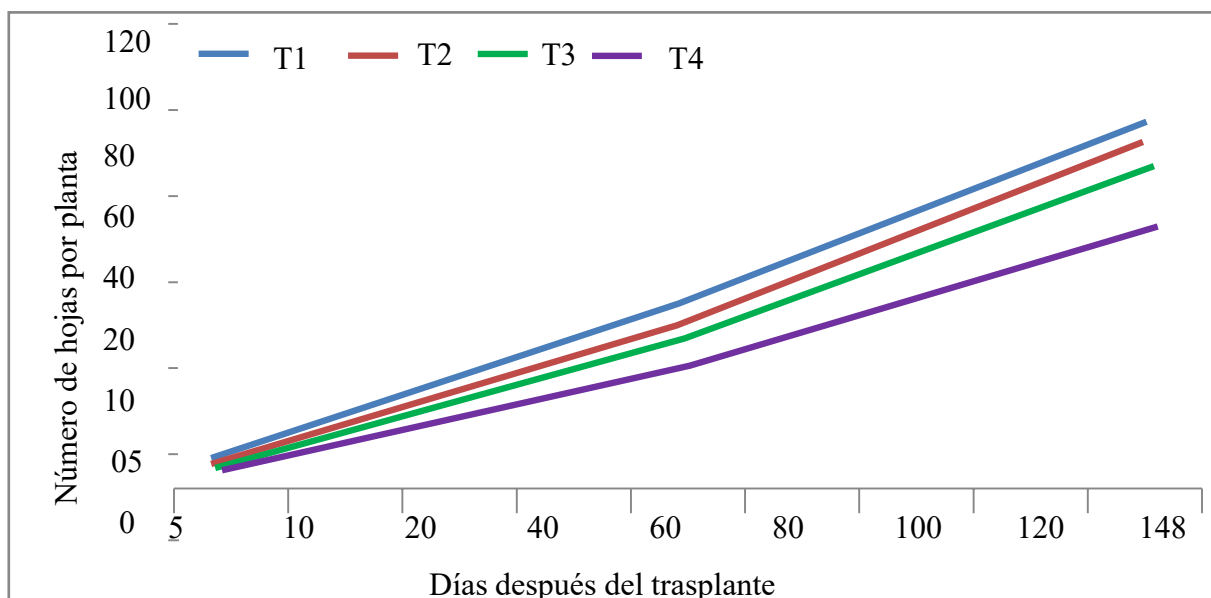


Figura n°18: Número de hojas por planta

Fuente: Elaboración propia

El número de hojas por planta, su importancia radica en que son las encargadas de realizar procesos fotosintéticos (sabia elaborada) así también sirven de almacén de nutrientes para el desarrollo de la planta.

Cabe resaltar que en el tratamiento número 1 (sustrato de polvillo de almendra) se obtuvo mayor número de hojas (100), seguido del tratamiento número 2 (aserrín descompuesto) con 80 hojas por planta, también en el tratamiento número 3 (estiércol bovino) se obtuvo 75 hojas por planta y el menor número de hojas (65) se obtuvo en el tratamiento número 4 (chala de arroz). Estadísticamente si se encuentran diferencias significativas. Ver anexo 8

La mayor altura, número de ramas y hojas se obtuvo en el tratamiento número 1 (sustrato de polvillo de almendra)

#### 4.1.2.- Variables de rendimiento

##### 4.1.2.1.-Número de flores por planta

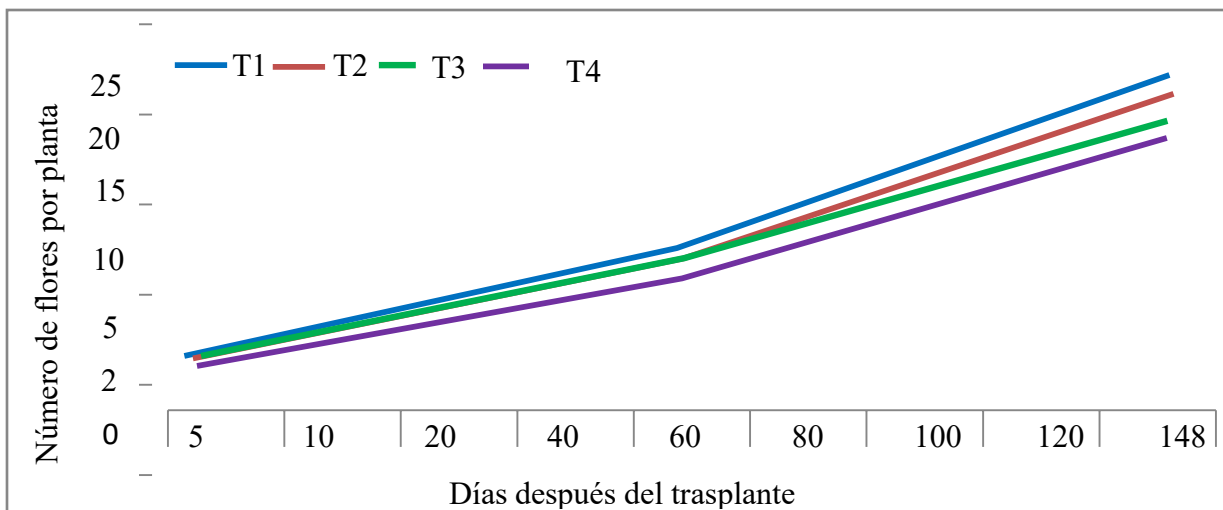


Figura n°19: Número de flores por planta

Fuente: Elaboración propia.

La variable flores por planta con un nivel de significancia de 70% si mostró diferencias significativas. La aparición de las primeras flores fue a los 60 días después del trasplante, en el tratamiento número 1 presento 25 flores por planta, a los 80 días después del trasplante el tratamiento número 2 también presentó 22 flores por planta, seguido del tratamiento número 3 a los 100 días con 20 flores por planta y culminando con el tratamiento número 4 a los 100 días presento 20 flores por planta. Ver anexo 9

##### 4.1.2.2.-Número de frutos por planta

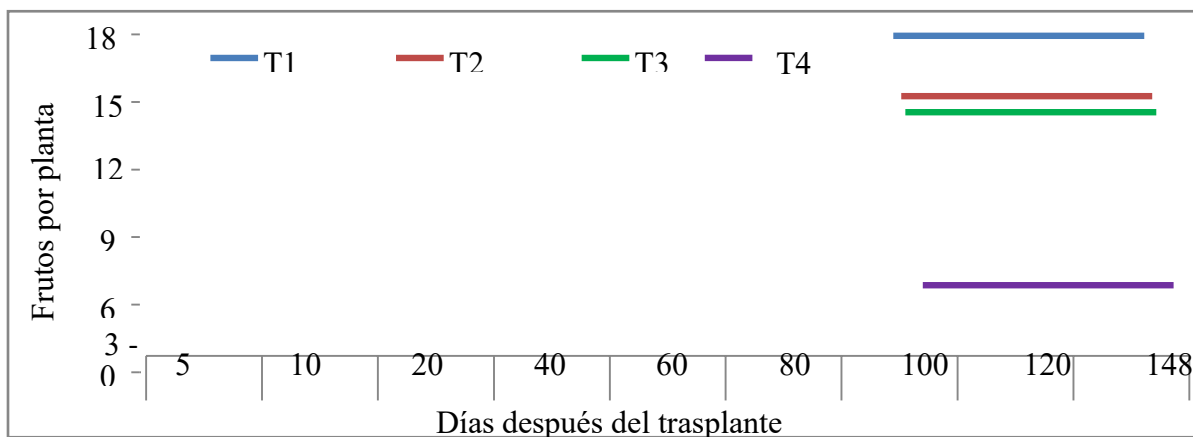


Figura n°20: Número de frutos por planta

Fuente: Elaboración propia

En la variable frutos visualizados por planta con un nivel de significancia de 70% si se encuentran diferencias significativas. Esta variable presenta un aumento en el transcurso del período evaluado (120 a 148 días después del trasplante), numéricamente se destaca el tratamiento número 1 con 18 frutos por planta, seguida del tratamiento número 2 con 15 frutos por planta, continuando con el tratamiento número 3 con 14 frutos por planta y en el tratamiento número 4 con 12 frutos por plantas. Ver anexo 10

#### 4.1.2.3.-Número de fruto comercial por planta

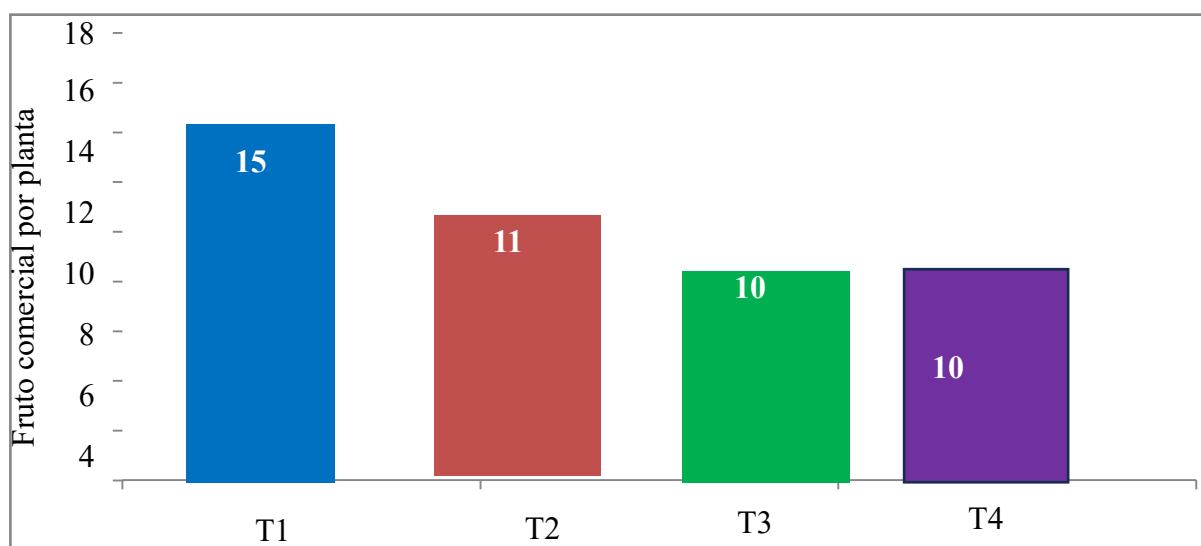


Figura n°21: Número de fruto comercial por planta

Fuente: Elaboración propia

La variable frutos comercializables por planta con un nivel de significancia de 70% si presentó diferencias significativas.

Se evidencio que el sustrato de polvillo de almendra es el factor principal para obtener buenos frutos de calidad y buen tamaño para la comercialización.

Para la selección de los frutos comercializables se tomaron en cuenta parámetros como: color del fruto, textura, peso y tamaño, siendo este último un criterio importante a considerar el cual tuvo gran influencia en el rendimiento obtenido en este trabajo investigación, debido a que solo los frutos que presentaban el calibre de la variedad (70 a 81 mm), fueron considerados como frutos comercializables, ya que el tamaño es proporcional al peso de los frutos. Ver anexo 11

#### 4.1.2.4.-Diámetro polar y ecuatorial de frutos (cm)

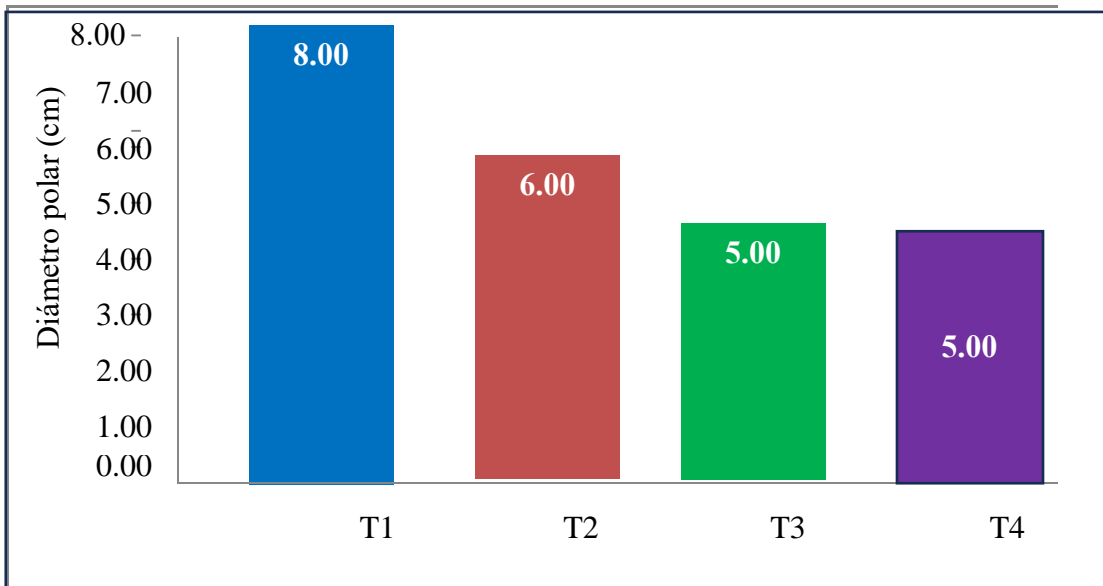


Figura n°22: Diámetro polar de frutos en centímetros

Fuente: Elaboración propia

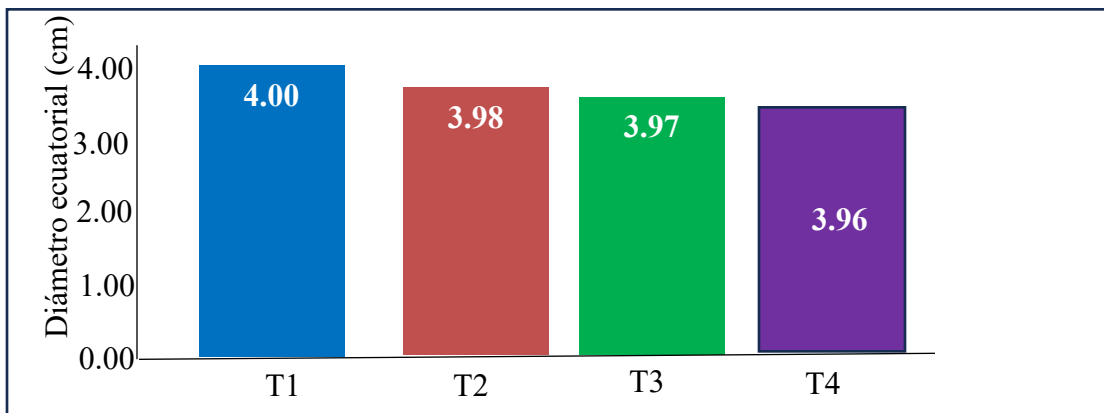


Figura n°23: Diámetro ecuatorial de frutos en centímetros

Fuente: Elaboración propia.

La variable diámetro polar con un nivel de confianza de 70% si presentó diferencias significativas. Las medias oscilaron en rangos de 5.00 a 8.00 centímetros.

La variable diámetro ecuatorial con un nivel de confianza de 95% no presentó diferencias significativas. Las medias oscilaron en rangos de 3.96 a 4.00 centímetros. Ver anexo 12

#### 4.1.2.5.-Peso promedio de frutos por planta (g)

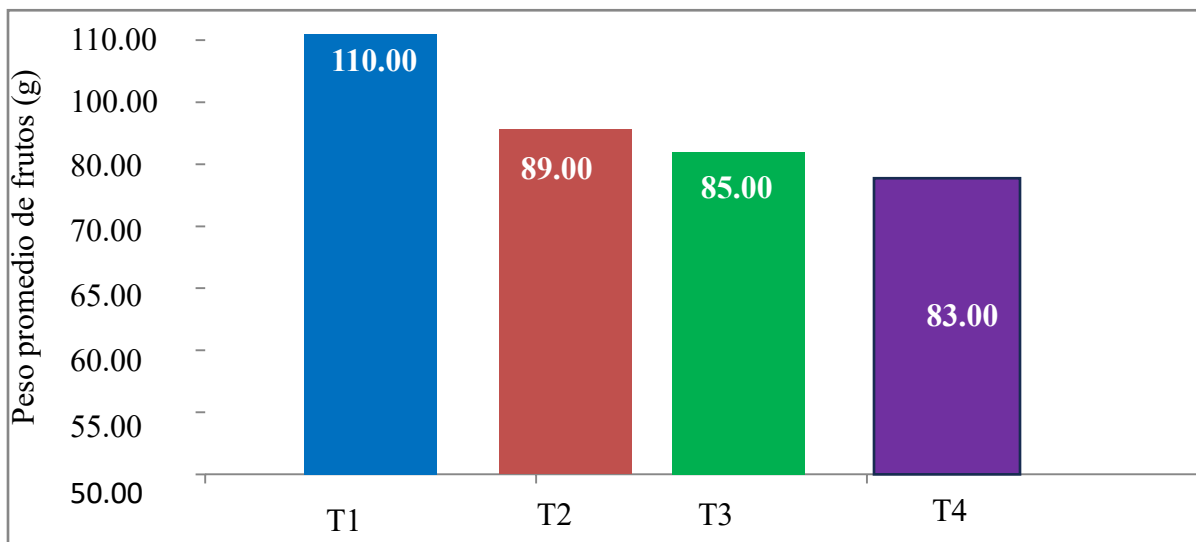


Figura n°24: Peso promedio de frutos por planta en gramos

Fuente: Elaboración propia.

La variable peso promedio de frutos por planta (g) con un nivel de significancia de 70% presentó medias en los rangos de 83.00 a 110.00 gramos, si existen diferencias significativas. Ver anexo 13.

#### 4.2.- DISCUSIÓN

##### ➤ **Altura de planta**

El comportamiento de la variable altura de planta (cm) con un nivel de significancia de un 70% si mostró diferencias significativas.

El comportamiento de la variable altura de planta (cm) muestra una tendencia distinta en el tiempo para cada tratamiento, destacándose la siembra del tratamiento número 1 (sustrato de polvillo de almendra) con una altura de 100 centímetros, seguida del tratamiento número 2 (aserrín descompuesto) con una altura de 70 centímetros, continuando con el tratamiento número 3 (estiércol bovino) con una altura de 65 centímetros y culminando con el tratamiento número 4 (chala de arroz) con una altura de 60 centímetros.

Es evidente que el crecimiento de las plantas se debe al tipo de sustrato que se utiliza, porque se afirma que los sustratos cumplen una función principal la cual es mantener

estables las raíces de la planta, retener el líquido para lograr la hidratación y crecimiento en cada uno de las plantas de tomate. (Tirilly, 2002)

➤ **Diámetro de tallo**

La variable diámetro de tallo (cm) tiene un comportamiento ascendente, Estadísticamente si se encuentran diferencias significativas.

Se evidencio que en el tratamiento número 1 (sustrato de polvillo de almendra) las plantas presentaron un mayor diámetro de 1.4 centímetros, en el tratamiento número 2(aserrín descompuesto) las plantas obtuvieron un diámetro de 1 centímetro, posteriormente en el tratamiento número 3 (estiércol bovino) la plantas alcanzaron un diámetro de 0.8 centímetros y en el tratamiento número 4(chala de arroz) las plantas poseían un diámetro de 0.6 centímetros.

Autores como Bonner y Galston (1951), indican que a medida que se aumentan las densidades de siembra las plantas alcanzan menor diámetro, en este trabajo para la variable diámetro se observa que a menor densidad de siembra ocurre lo contrario; pudiendo atribuirse esto quizás a las altas temperaturas en que se desarrolló el cultivo superando los 36 °C.

➤ **Número de ramas por planta**

Estadísticamente si se encuentran diferencias significativas.

Para la variable de número de ramas por planta, se observó un aumento progresivo en cada platabanda de siembra a través del tiempo; obteniendo mayor número de ramas por planta en el tratamiento número 1(sustrato de polvillo de almendra) con 25 ramas y en el tratamiento número 4 (chala de arroz) se obtuvo menos ramas por planta (16 ramas). Estudios realizados para esta variable en condiciones protegidas indican que a medida que se aumenta el número de plantas por metro cuadrado hay mayor altura y mayor número de ramas (Van de Vooren, 1986), y se confirma con los resultados obtenidos en esta investigación.

Según Pendleton y Hartwig (1973) los altos rendimientos no están relacionados necesariamente al número de ramificación, siendo estas un inconveniente para realizar la cosecha mecanizada provocando pérdidas de cosecha.

➤ **Número de hojas por planta**

El número de hojas por planta, su importancia radica en que son las encargadas de realizar procesos fotosintéticos (sabia elaborada) así también sirven de almacén de nutrientes para el desarrollo de la planta.

Cabe resaltar que en el tratamiento número 1 (sustrato de polvillo de almendra) se obtuvo mayor número de hojas (100), seguido del tratamiento número 2 (aserrín descompuesto) con 80 hojas por planta, también en el tratamiento número 3 (estiércol bovino) se obtuvo 75 hojas por planta y el menor número de hojas (65) se obtuvo en el tratamiento número 4 (chala de arroz). Estadísticamente si se encuentran diferencias significativas.

La mayor altura, número de ramas y hojas se obtuvo en el tratamiento número 1 (sustrato de polvillo de almendra)

Las hojas de tomate son pinnadas compuestas, la hoja típica de la planta cultivada mide hasta 50 centímetros de largo y un poco menos de ancho, con un gran foliolo terminal y hasta ocho grandes foliolos laterales que a veces son compuestas (Zelaya, 2001)

➤ **Número de flores por planta**

La variable flores por planta con un nivel de significancia de 70% si mostró diferencias significativas. La aparición de las primeras flores fue a los 60 días después del trasplante, en el tratamiento número 1 presento 25 flores por planta, a los 80 días después del trasplante el tratamiento número 2 también presentó 22 flores por planta, seguido del tratamiento número 3 a los 100 días con 20 flores por planta y culminando con el tratamiento número 4 a los 100 días presento 20 flores por planta.

El tomate posee una inflorescencia en forma de racimo, con flores pequeñas, medianas o grandes, de coloración amarilla en diferentes tonalidades. El racimo puede ser simple de un solo eje o compuesto cuando posee un eje con varias ramas. La cantidad de flores es regulada por características hereditarias y condiciones de cultivo (INTA 1999).

➤ **Número de frutos por planta**

En la variable frutos visualizados por planta con un nivel de significancia de 70% si se encuentran diferencias significativas. Esta variable presenta un aumento en el transcurso del período evaluado (120 a 148 días después del trasplante), numéricamente se destaca el tratamiento número 1 con 18 frutos por planta, seguida del tratamiento número 2 con

15 frutos por planta, continuando con el tratamiento número 3 con 14 frutos por planta y en el tratamiento número 4 con 12 frutos por plantas

Según Ortega et al. (2010), El número de frutos por planta se asocia a las partes morfológicas de éstas y depende en gran medida del tipo de inflorescencias que posean los cultivares, ya sean simples o compuestas esperándose que racimos compuestos posean un mayor número de flores y consecuentemente un mayor número de frutos; sin embargo, esto está en función del amarre de los de frutos.

➤ **Número de fruto comercial por planta**

La variable frutos comercializables por planta con un nivel de significancia de 70% si presentó diferencias significativas.

Se evidencio que el sustrato de polvillo de almendra es el factor principal para obtener buenos frutos de calidad y buen tamaño para la comercialización.

Para la selección de los frutos comercializables se tomaron en cuenta parámetros como: color del fruto, textura, peso y tamaño, siendo este último un criterio importante a considerar el cual tuvo gran influencia en el rendimiento obtenido en este trabajo investigación, debido a que solo los frutos que presentaban el calibre de la variedad (70 a 81 mm), fueron considerados como frutos comercializables, ya que el tamaño es proporcional al peso de los frutos.

Según el INTA (2002), para la comercialización de los frutos de tomate se deben de eliminar todos aquellos que presentan daños físicos (golpes, heridas) y los afectados por plagas y enfermedades ya que esto desmerece su calidad.

➤ **Diámetro polar y ecuatorial de frutos** La variable diámetro polar con un nivel de confianza de 70% si presentó diferencias significativas. Las medias oscilaron en rangos de 5.00 a 8.00 centímetros.

La variable diámetro ecuatorial con un nivel de confianza de 95% no presentó diferencias significativas. Las medias oscilaron en rangos de 3.96 a 4.00 centímetros.

El diámetro polar y ecuatorial del fruto son variables que determinan el tamaño y la forma del mismo. El tamaño del fruto es variable según el material genético y alcanza diámetros variables (Mayorga, 2004)

➤ **Peso promedio de frutos por planta (g)**

La variable peso promedio de frutos por planta (g) con un nivel de significancia de 70% presentó medias en los rangos de 83.00 a 110.00 gramos, si existen diferencias significativas.

El tomate es una baya, bi o plurilocular cuyo peso oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituida por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. (Paredes, 2009)

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## 5.1.- CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos de nuestra investigación sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate con cuatro tipos de sustratos (polvillo de almendra, aserrín descompuesto, estiércol bovino y chala de arroz), se observaron diferencias significativas entre los sustratos evaluados.

Después de analizar detenidamente los datos recopilados, se encontró que el polvillo de almendra emergió como el sustrato más efectivo en términos de promover el crecimiento y rendimiento óptimo del cultivo de tomate.

En base a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- En el tratamiento número 1(sustrato de polvillo de almendra) las plantas presentan mayor altura, número de ramas y hojas, estadísticamente si se obtienen diferencias significativas.
- El mayor diámetro de plantas se obtuvo con el tratamiento número 1(sustrato de polvillo de almendra) la cual mostró diferencias estadísticas.
- El mayor número de frutos comercializables por planta se obtuvo con el tratamiento número 1 (sustrato de polvillo de almendra

## **5.2.-RECOMENDACIONES**

Basado en los resultados obtenidos, se recomienda la adopción generalizada del polvillo de almendra como sustrato principal en la producción de tomates. Sin embargo, se alienta a los agricultores a realizar pruebas específicas en sus propias condiciones antes de realizar cambios significativos en sus prácticas.

Para futuras investigaciones, se recomienda explorar aún más las condiciones específicas que hacen que el polvillo de almendra sea tan beneficioso. También se podrían considerar estudios que analicen la sostenibilidad a largo plazo de este sustrato en comparación con otros.

- Se recomienda desarrollar el proyecto y aprovechar al máximo todos los datos obtenidos en base a la investigación.
- Tener un constante control y mantenimiento. del cultivo de tomate con sustrato de polvillo de almendra.
- se recomienda investigar aplicaciones con este sustrato en otro tipo de cultivo en otra variedad de tomate y en otras hortalizas como lechuga, brócoli, pimentón entre otros

## BIBLIOGRAFÍA

**Ramírez (2002)** La agricultura orgánica, es una filosofía, un sentimiento, un compromiso, un principio de vida, que respeta y cuida la naturaleza (Tabebuia donnell-smitha Rose). Recuperado el 25 de mayo del 2023 en:

<https://www.investigación7%%12%%123evalua vivepalo15pdf>

**Duran (2003)** La agricultura orgánica propone alimentos los microorganismos del suelo, para que estos a su vez de manera indirecta alimenten a las plantas (Solanum Esculentum Var. Itálica). Recuperado el 10 junio 2023 en:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/123456789/1/123456789.pdf>

**Suquilanda (1999)** La agricultura orgánica, es una filosofía, un sentimiento, un compromiso, un principio de vida, que respeta y cuida la naturaleza (Tabebuia donnell-smitha Rose). Recuperado el 7 de Julio del 2023 en:

<https://www.investigación7%%12%%123evalua vivepalo15pdf>

**Romero (2003)** La agricultura orgánica propone alimentos los microorganismos del suelo, para que estos a su vez de manera indirecta alimenten a las plantas (Solanum Esculentum Var. Itálica). Recuperado el 15 de agosto del 2023 en:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/123456789/1/123456789.pdf>

**Bergeret (1953) Suquilanda (1999)** La agricultura orgánica, es una filosofía, un sentimiento, un compromiso, un principio de vida, que respeta y cuida la naturaleza (Tabebuia donnell-smitha Rose). Recuperado el 25 de agosto del 2023 en:

<https://www.investigación7%%12%%123evalua vivepalo15pdf>

**Seapas (1990)**, La agricultura orgánica propone alimentos los microorganismos del suelo, para que estos a su vez de manera indirecta alimenten a las plantas (Solanum Esculentum Var. Itálica). Recuperado el 10 e octubre del 2023 en:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/123456789/1/123456789.pdf>

**Villareal (1982)**, La agricultura orgánica propone alimentos los microorganismos del suelo, para que estos a su vez de manera indirecta alimenten a las plantas (Solanum Esculentum Var. Itálica). Recuperado el 15 de octubre del 2023 en:

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/123456789/1/123456789.pdf>

# ANEXOS

Anexo 1: Etapas de la limpieza del área designada para la investigación.



**Inicio de limpieza**



**Culminacion de la limpieza**



**Inicio del despeje de  
basura**



**Culminacion del despeje de  
basura**

Anexo 2: Etapas de la preparación del área de investigación



**Inicio de la preparacion**



**Avance de la preparacion**



**Ubicación de pilares**



**Culminacion y colocacion  
de la semi sombra  
temporal**

Anexo 3: Faces del cultivo



**Preparacion de semillero**



**Preparacion para el trasplante**



**Abance de la preparacion**



**Culminacion de la preparacion para el trasplante**

Anexo: 4 Faces de labores culturales



**Fumigado para el control de plagas**



**Seguimiento del crecimiento**



**Ubicación general del cultivo**

Anexo 5: Faces de seguimiento a los tratamientos



**Tratamiento #1**



**Tratamiento #2**



**Tratamiento #3**



**Tratamiento #4**

Anexo 6: Diámetro del tallo.



Anexo 7: Número de ramas por planta.



Anexo 8: Número de hojas por planta.



Anexo 9: Número de flores por planta.



Anexo 10: Número de frutos por planta.



Anexo 11: número de frutos comerciales por planta.



Anexo 12: Diámetro polar y ecuatorial de frutos (cm)



Anexo 13: Peso promedio de frutos por planta (g).



#### Anexo 14.- Formato de hoja de registro

La presente hoja de registro es para llevar acabo el seguimiento de las actividades del módulo de experimentación de cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)

Empezamos con el rosado del área del lugar el 18 de Marzo del presente año para poder mantenerlo con la descomposición de los matorrales.

Reconocimiento del área en fecha 25 de mayo del 2023, lo cual se realizó con la presencia del Licenciado Jesús Noel Cuevo Calzadilla, El Ingeniero Marco Antonio Yépez Álvarez y el Licenciado Eliaquim Pacamia Medina.


Encargado de la actividad: Universitario Santos Taco Ramírez

Levantamiento de datos del perímetro.- El reconocimiento del área o perímetro se realizó el 25 de mayo del 2023

Estudio desuelo 25 de mayo del 2023 


Temperatura 17 de junio del 2023 

Preparación del lugar 3 de julio del 2023 

Siembra 30 de julio del 2023 

Densidad 11 de agosto del 2023 

Labores culturales 13de agosto del 2023 

Seguimiento de crecimiento 14 de agosto del 2023 

Cosecha 

Resultado.....

.....

Observación.....

.....

Anexo 15: Estudio físico químico del suelo de la unidad académica el Sena

**CIAT**  
Centro de Investigación Agrícola Tropical

**CENTRO DE INVESTIGACION AGRICOLA TROPICAL - SANTA CRUZ - BOLIVIA—Resource id #16**  
**LABORATORIO SUELOS, AGUA Y PLANTA**  
**ANALISIS QUIMICOS ESPECIALES DE SUELOS**

Fecha Imp.:29-Nov-2023 14:21:43  
Remite: SOL ERICKA DUMAY SUBIRANA  
Inst. y/o Empresa:  
Teléfono: 73998389  
Otra Inf:


Departamento: PANDO  
Provincia: MADRE DE DIOS  
Municipio: SENA  
Lugar Muestreo:  
Fecha de Muestreo: 2023-10-27


| Nro. Lab. | Ident. muestra                     | MICROELEMENTOS |      |      |      | AZUFRE | BORO |
|-----------|------------------------------------|----------------|------|------|------|--------|------|
|           |                                    | Fe             | Mn   | Cu   | Zn   | S-SO4  | B    |
| 628 M-1   | PARCELA 1-2-3 X= 690599 Y= 8728864 | 3.94           | 7.88 | 0.38 | 0.51 | 0.00   | 0.00 |

| INTERPRETACION |                      |          |           |           |              |            |
|----------------|----------------------|----------|-----------|-----------|--------------|------------|
|                | MICROELEMENTOS (ppm) |          |           |           | AZUFRE (ppm) | BORO (ppm) |
|                | Fe                   | Mn       | Cu        | Zn        | S-SO4        | B          |
| Alto           | >12.0                | >4.0     | >0.80     | >1.20     | >10.0        | >0.60      |
| Medio          | 5.0-12.0             | 1.20-4.0 | 0.20-0.80 | 0.50-1.20 | 5.1-10.0     | 0.20-0.60  |
| Bajo           | <5.0                 | <1.20    | <0.20     | <0.50     | 0.0-5.0      | <0.20      |

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Mary Selva Viera Vargas  
 RESPONSABLE LABORATORIO DE SUELOS, AGUA Y PLANTAS  
 CIAT



Direccion: Av. Ejercito Nacional esq. Itala, Tel. Fax: 3344174

**CIAT**  
Centro de Investigación Agrícola Tropical

**CENTRO DE INVESTIGACION AGRICOLA TROPICAL - SANTA CRUZ - BOLIVIA**  
**LABORATORIO DE SUELO, AGUA Y PLANTA**  
**ANALISIS QUIMICO DE SUELOS**

Remite: SOL ERICKA DUMAY SUBIRANA  
Inst. y/o Empresa:  
Teléfono: 73998389  
Cod.Venta: 13880  
Otra Inf:

Departamento: PANDO  
Provincia: MADRE DE DIOS  
Municipio: SENA  
Propiedad: UNIDAD ACADEMICA EL SENA  
Lugar Muestreo:

Fecha de Muestreo: 2023-10-27  
Años después Desmonte: 0  
Cultivo o uso Anterior:  
Cultivo o uso Actual: HORTALIZAS  
Fecha de Ingreso: 2023-10-31

| Nro. Lab. | Ident. muestra                         | pH 1:5 Agua | C.E. 1:5 $\mu S\ cm^{-1}$ | Carb. Libres | Cat.Sol.1:5 S/Agua cmol kg <sup>-1</sup> |      |      |      | Bases Int.cmol Kg <sup>-1</sup> |      |      |      | T.B.I. | C.I.C.E. | Sat de Bases % | Acidez cmol Kg <sup>-1</sup> | Al mg Kg <sup>-1</sup> | P mg Kg <sup>-1</sup> | M.O. % | N Total % | A % | L % | Y % | Text |
|-----------|--|-------------|---------------------------|--------------|--|------|------|------|---------------------------------|------|------|------|--------|----------|----------------|------------------------------|------------------------|-----------------------|--------|-----------|-----|-----|-----|------|
|           |  |             |                           |              | Ca                                       | Mg   | Na   | K    | Ca                              | Mg   | Na   | K    |        |          |                |                              |                        |                       |        |           |     |     |     |      |
| 628       | M-1 PARCELA 1-2-3 X= 690599 Y= 8728864 | 5.86        | 41                        | A            | 0.00                                     | 0.00 | 0.00 | 8.74 | 0.75                            | 0.10 | 0.16 | 9.74 | 9.76   | 100      | 0.02           | 0.00                         | 22                     | 1.08                  | 0.03   | 41        | 39  | 20  | F   |      |

Prof. :Profundidad  
 C.E. :Conductividad Eléctrica  
 Carb. :Carbonatos  
 Cat. sol : Cationes solubles  
 Bases Int :Bas. Intercambiables

T.B.I. :Total Bases Intercambiables  
 C.I.C.E. :Cap. de Intercambio de cationes efectiva  
 Sat. de Bases :Saturación de Bases  
 M.O. :Materia Orgánica  
 N. Total :Nitrogeno Total


A :Ausente  
 P :Presente  
 PP :Presente en gran cantidad


A :Arenoso  
 AF :Arenoso Franco  
 FA :Franco Arenoso  
 FYA :Fos. Arc. Arenoso  
 YA :Arcilloso Arenoso

L :Limoso  
 FL :Franco Limoso  
 FYL :Franco Arc. Limoso  
 YL :Arcillo Limoso

F :Franco  
 FY :Franco Arcilloso  
 Y :Arcilloso

cmol kg<sup>-1</sup> me 100 g<sup>-1</sup>  
 mg Kg<sup>-1</sup> ppm

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Mary Selva Viera Vargas  
 RESPONSABLE LABORATORIO DE SUELOS, AGUA Y PLANTAS  
 CIAT



Direccion: Av. Ejercito Nacional esq. Itala, Tel. Fax: 3344174