

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

**“Evaluación de 15 tipos de sustratos en el crecimiento y desarrollo inicial de shiringa *Hevea brasiliensis* (willd. ex a. juss) muell. arg. a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

**AUTOR:**

Bach. HANCCO SUEL, Alexy

**ASESOR:**

Dr. PEÑA VALDEIGLESIAS, Joel

**CO-ASESOR:**

Ing. VELARDE KATAYAMA, Nimer  
Guillermo.

**Puerto Maldonado, junio de 2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

**“Evaluación de 15 tipos de sustratos en el crecimiento y desarrollo inicial de shiringa *Hevea brasiliensis* (willd. ex a. juss) muell. arg. a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

**AUTOR:**

Bach. HANCCO SUEL, Alexy

**ASESOR:**

Dr. PEÑA VALDEIGLESIAS, Joel

**CO-ASESOR:**

Ing. VELARDE KATAYAMA, Nimer  
Guillermo.

**Puerto Maldonado, junio de 2025**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios, por las bendiciones que me está dando en la vida, por la salud y la sabiduría que me brinda para continuar con mis proyectos deseados.

A mi Madre y Padre, por el apoyo brindado, por su ejemplo en la manera de enfrentar la vida y por los consejos brindados que los llevo presente.

A mis Hermanos Roxana, Yasmani y Mario A. por confiar en mí.

A mi amigo de la Universidad John Canales, Abel Jara, Franskua E. Por ayudarme en cada paso el proceso de la elaboración de mi tesis

A mi alma mater la Universidad Nacional amazónica de Madre de Dios por las enseñanzas que contribuyeron en mi vida profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi profundo agradecimiento a Dios por acompañarme y guiarme en la trayectoria de mi profesión, por estar presente en mis momentos más difíciles de mi trayectoria como estudiante.

A mi madre por su sacrificio, por su apoyo incondicional en los momentos que más necesitaba, por las enseñanzas brindadas, por brindarme la oportunidad de superación en el transcurso de mi profesión y por haberme permitido conocer este mundo tan bonito, de igual forma a mis hermanos por estar presente en los difíciles y mejores momentos de mi vida.

A los docentes por brindarme su conocimiento en el campo de mi profesión, agradezco la confianza, soporte y entrega de tiempo a mi asesor Mg. Peña Valdeiglesias, Joel, de igual manera a mi co asesor Ing. Velarde Katayama, Nimer G. por todas las ocasiones que estuvo dispuesto a brindarme las facilidades en este trabajo de investigación.

A mi alma Mater Universidad Amazónica de Madre de Dios, por refugiarme en sus aulas durante los años de lo largo de mi profesión.

Por último, a todas las personas y compañeros que fueron parte de mi crecimiento personal y profesional.

# TURNITIN\_ALEXYS HANCCO SUEL

## INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

12%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

|   |                                                                             |    |
|---|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | <a href="https://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a>             | 3% |
|   | Fuente de Internet                                                          |    |
| 2 | <a href="https://repositorio.unamad.edu.pe">repositorio.unamad.edu.pe</a>   | 2% |
|   | Fuente de Internet                                                          |    |
| 3 | <a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a>                         | 1% |
|   | Fuente de Internet                                                          |    |
| 4 | <a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a>                             | 1% |
|   | Fuente de Internet                                                          |    |
| 5 | <a href="https://www.fertilab.com.mx">www.fertilab.com.mx</a>               | 1% |
|   | Fuente de Internet                                                          |    |
| 6 | <a href="https://pdffox.com">pdffox.com</a>                                 | 1% |
|   | Fuente de Internet                                                          |    |
| 7 | <a href="https://repositorio.unesum.edu.ec">repositorio.unesum.edu.ec</a>   | 1% |
|   | Fuente de Internet                                                          |    |
| 8 | <a href="https://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> | 1% |
|   | Fuente de Internet                                                          |    |
| 9 | <a href="https://repositorio.unas.edu.pe">repositorio.unas.edu.pe</a>       | 1% |
|   | Fuente de Internet                                                          |    |

## RESUMEN

El éxito de una plantación forestal se inicia con plantones de buena calidad. El sustrato es de suma importancia en el nuevo sistema de producción de plantas de shiringa *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Müell. Arg. en tubetes. El trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el crecimiento y desarrollo de las plantas de shiringa producidas en diferentes tipos de sustratos en tubetes de plástico rígido de 1 litro de capacidad. El experimento fue conducido en las instalaciones de la empresa Industrial YJM SAC., ubicado en el distrito Las Piedras, provincia Tambopata, Región Madre de Dios, en ambiente protegido, en camas suspendidas a 0,8 m de alto. El diseño experimental DCA Diseño Completamente Aleatorizado con cuatro repeticiones y 15 tratamientos-sustratos de diferentes mezclas, bajo la base de 10 materiales: tierra de sitio cernido, aserrín grueso (2-5mm), carbón de aserrín, tuza de maíz descompuesto, estiércol de ganado cernido, gallinaza cernida, corteza de pino, fibra de coco, turba y vermiculita. Cada parcela estuvo compuesta por 10 plantas. Hubo diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) en altura y diámetro de las plantas. Los sustratos que contienen gallinaza, aserrín y carbón evidencian un mejor desarrollo de plantas en altura y diámetro. De acuerdo a los análisis de comparación a las alturas las plantas mejores desarrolladas se tienen los sustratos T11, que posee Gallinaza + Aserrín + Carbón 1:1:1 (v:v:v), los sustratos de T15 que posee Turba + Vermiculita + Coco, 0,5:1:1,5, (v:v:v). En cuanto a los resultados en comparación de diámetros, los sustratos del T11 están compuestos por Gallinaza + Aserrín + Carbón 1:1:1 (v:v:v). y los sustratos del T9 Estiércol + Aserrín + Carbón, 1:1:1, (v:v:v);

Palabras claves: shiringa, *Hevea brasiliensis*, producción de plantas, sustratos, tubetes

## ABSTRACT

The success of a forest plantation begins with good quality seedlings. The substrate is of utmost importance in the new production system for shiringa plants *Hevea brasiliensis* (Willd. ex Adr. de Juss.) Müell. Arg. in tubes. The work was developed with the objective of evaluating the growth and development of shiringa plants produced in different types of substrates in rigid plastic tubes of 1 liter capacity. The experiment was conducted at the facilities of the Industrial YJM SAC company. Located in the Las Piedras district, Tambopata province, Madre de Dios Region, in a protected environment, in beds suspended at 0,8 m high. The experimental design DCA Completely Randomized Design with four replications and 15 substrate treatments of different mixtures, based on 10 materials: sifted site soil, coarse sawdust (2-5mm), sawdust charcoal, decomposed corn gopher, manure, sifted cattle poultry manure, pine bark, coconut fiber, peat and vermiculite. Each plot composed of 10 plants. There was a significant difference ( $P < 0,05$ ) in height and diameter of the plants. The substrates containing chicken manure, sawdust and charcoal showed a better development of plants in height and diameter. According to the height comparison analyses, the best developed plants were the substrates T11, which had Chicken Manure + Sawdust + Charcoal 1:1:1 (v:v:v), the substrates T15 had Peat + Vermiculite + Coco, 0,5:1:1,5, (v:v:v). Regarding the results in comparison of diameters, the substrates of T11 were composed of Chicken Manure + Sawdust + Charcoal 1:1:1 (v:v:v), and the substrates of T9 were Manure + Sawdust + Charcoal, 1:1:1, (v:v:v);

Keywords: shiringa, *Hevea brasiliensis*, (Willd. Ex Adr. De Juss) Muell plant production, substrates, tubes.

# ÍNDICE

|                                            |   |
|--------------------------------------------|---|
| DEDICATORIA.....                           |   |
| AGRADECIMIENTOS .....                      |   |
| RESUMEN .....                              |   |
| ABSTRACT .....                             |   |
| ÍNDICE .....                               |   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                     |   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                    |   |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....                     |   |
| INTRODUCCION                               |   |
| CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 1 |
| 1.1 Descripción del Problema .....         | 1 |
| 1.2 Formulación del Problema .....         | 2 |
| Problema General.....                      | 2 |
| Problemas Específicos .....                | 2 |
| 1.3 Objetivos del estudio.....             | 3 |
| Objetivo General .....                     | 3 |
| Objetivos Específicos.....                 | 3 |
| 1.4 Variables .....                        | 3 |
| 1.5 Operacionalización de Variables.....   | 3 |
| 1.6 Hipótesis .....                        | 5 |
| 1.7 Justificación .....                    | 5 |
| 1.8 Consideraciones éticas .....           | 7 |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....                            | 8  |
| 2.1 Antecedentes de estudio.....                            | 8  |
| 2.1.1 Estudios realizados a nivel internacional .....       | 8  |
| 2.1.2 Estudios realizados a nivel nacional .....            | 11 |
| 2.1.3 Estudios realizados a nivel local .....               | 12 |
| 2.2. Marco teórico .....                                    | 13 |
| 2.2.1 Características dendrológicas.....                    | 13 |
| 2.2.2 Ecología de <i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Arg..... | 13 |
| 2.2.3 Shiringa en Madre de Dios.....                        | 14 |
| 2.2.4 Recolección y selección de semillas .....             | 14 |
| 2.2.5 Contenedores “tubetes” .....                          | 16 |
| 2.2.6 Sustratos.....                                        | 16 |
| 2.2.7 Insumos en sustratos .....                            | 17 |
| 2.2.8 Crecimiento y Desarrollo .....                        | 20 |
| 2.3 Definición de términos.....                             | 20 |
| CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....          | 23 |
| 3.1. Tipo de estudio .....                                  | 23 |
| 3.1.1. Descripción del área de estudio .....                | 23 |
| 3.2. Diseño del estudio.....                                | 27 |
| 3.3. Población y muestra.....                               | 28 |
| 3.3.1. Población .....                                      | 28 |
| 3.3.2. Muestra.....                                         | 28 |
| 3.4. Métodos y técnicas .....                               | 28 |
| 3.5. Tratamientos de los datos .....                        | 30 |

|                                                                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....                                                  | 32        |
| 4.1.    Efecto de los Sustratos en el incremento longitudinal de las plantas de Hevea<br>brasiliensis. .... | 32        |
| 4.2.    Efecto de los sustratos en el incremento de Diámetro de las plantas de Hevea<br>brasiliensis. ....  | 36        |
| 4.3.    Efecto de los Sustratos en la Supervivencia de las plantas de Hevea<br>brasiliensis. ....           | 38        |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>                                                                                   | <b>45</b> |
| <b>SUGERENCIAS.....</b>                                                                                     | <b>46</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                                     | <b>47</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                                                                          | <b>55</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variables.....                                                                               | 4  |
| Tabla 2. Propiedades químicas del aserrín. ....                                                                             | 18 |
| Tabla 3. Nutrientes de la gallinaza. ....                                                                                   | 19 |
| Tabla 4. Propiedades químicas de la fibra de coco. ....                                                                     | 19 |
| Tabla 5. Propiedades físicas de la vermiculita. ....                                                                        | 20 |
| Tabla 6. Tratamientos utilizados en plántones de shiringa. ....                                                             | 27 |
| Tabla 7. Insumos utilizados para los sustratos del experimento.....                                                         | 30 |
| Tabla 8. Tabla de contrastes ortogonales en el experimento. ....                                                            | 31 |
| Tabla 9. Análisis de Varianza de altura de las plantas. ....                                                                | 32 |
| Tabla 10. Prueba de Tukey para altura de las plantas. ....                                                                  | 33 |
| Tabla 11. Análisis de Varianza de diámetro de las plantas. ....                                                             | 36 |
| Tabla 12. Prueba de Tukey para diámetro de las plantas. ....                                                                | 36 |
| Tabla 13. Análisis de contrastes ortogonales – Longitudinal. ....                                                           | 40 |
| Tabla 14. Cuadro de contrastes ortogonales – Longitudinal.....                                                              | 41 |
| Tabla 15. Análisis de contrastes ortogonales – Diámetro.....                                                                | 41 |
| Tabla 16. Cuadro de contrastes ortogonales – Diámetro .....                                                                 | 42 |
| Tabla 17. Cuadro de consolidado del efecto de los sustratos en la longitud, diámetro y supervivencia de los plántones. .... | 42 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio en campo. ....                                | 26 |
| Figura 2. Comparación de promedios para altura de las plantas.....                            | 34 |
| Figura 3. Medición de la altura de cada planta con ayuda de una regla métrica 1 m.....        | 34 |
| Figura 4. Comparación de promedios para el diámetro de las plantas. ....                      | 37 |
| Figura 5. Medición del diámetro en la base de las plantas con ayuda del vernier digital. .... | 38 |
| Figura 6. Supervivencia de plantas por tratamiento de sustrato. ....                          | 39 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Anexo 1: Matriz de Operacionalización de las Variables ..... | 56 |
| Anexo 2: Matriz De Consistencia De La Investigación .....    | 57 |
| Anexo 3: Instrumento - Formatos de Evaluación.....           | 59 |
| Anexo 4: Panel fotográfico en vivero.....                    | 60 |

## INTRODUCCIÓN

El Perú conforma uno de los países de la selva tropical, lugar en donde es apto para el desarrollo de cultivos o plantaciones de *Hevea brasiliensis*, en este contexto ya se ha venido desarrollando sistemas agroforestales en donde se ha incluido cultivos de shiringa para la producción de látex en la región de Madre de dios, es por el cual se requiere de estudios que complementen la etapa de producción de plantas para que se obtenga grandes producciones de látex (Cusi, 2013).

El Perú, entre los años 1900 a 1912, llegó a exportar cerca de 30 000 toneladas/año, posteriormente esta producción fue decreciendo, hasta llegar sólo 65 toneladas/año en 1941. La aparición de una zona productora de caucho en el Sudeste Asiático, donde se utilizaban tecnologías avanzadas y se planificaban las plantaciones, superaron en producción y productividad al caucho silvestre de la Amazonía. Esto provocó que los precios disminuyeran (IIAP, 2009).

El uso de la tecnología en la producción de especies forestales en vivero es vital y necesario, debido a que los programas de reforestación con estas especies requieren plantas de buena calidad, cuya producción sea de bajo costo (utilizando insumos regionales), y de fácil transporte hacia las áreas donde se requiere reforestar, garantizándose así el éxito de un vivero, y posteriormente ser instalados a campo definitivo en donde se obtendrán los productos en base a la plantación realizada.

Esta etapa de la producción de plántulas requiere el uso de tubetes a nivel de vivero, y el problema que se tiene que resolver es ¿cuál es el sustrato adecuado para producir plantas de *Hevea brasiliensis* a nivel de vivero? Para resolver esta pregunta de investigación es que presentamos la presente investigación, donde se pretende encontrar cual o cuales son los mejores sustratos para producir plantas en vivero, y en qué proporción deben ser usados estos sustratos, teniendo como variables de repuesta: la altura de las plantas, el diámetro a la altura del cuello de la planta, y el nivel de supervivencia de estas.

## CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Descripción del Problema

La *Hevea brasiliensis* es una especie oriunda de la Amazonia, y se encuentra distribuida naturalmente en Perú, Bolivia, Brasil y Colombia (Azabache 2012). El látex de esta especie es muy usada en la industria del caucho a nivel mundial (Velásquez & Giraldo 2014).

Las plantaciones comerciales están distribuidas en Sudamérica, el Sudeste de Asia y el Este de África, con respecto a la región de Madre de Dios, la producción de caucho es casi exclusiva de los rodales naturales de la provincia de Tahuamanu existiendo pocas plantaciones establecidas (Velarde et al. 2010).

Hoy en día se viene masificando el cultivo de *Hevea brasiliensis* en Madre de Dios a través de sistemas agroforestales (Peña, 2019), utilizando el método tradicional en los sistemas de producción de plántones de *Hevea brasiliensis*, dándole mayor uso las bolsas de polietileno, por ende es un factor que limita el establecimiento de nuevas plantaciones a escala industrial, ya que se requiere alto contenido de sustrato y suelo, además las bolsas tradicionales poseen una alta propagación de problemas fitosanitarios acompañados de mal formación del sistema radicular de la planta (Cusi, 2013).

Por otra parte una buena alternativa para la producción de plántones en vivero son los tubetes, el cual su principal característica es que son más pequeños, usan menos sustrato con mayor calidad, son versátiles a la hora del traslado a campo definitivo en donde se reduce en grande proporción los costos de producción (Cusi, 2013).

Asimismo la calidad del sustrato que se utiliza en los tubetes influye en el desarrollo de las plántulas, por tal motivo el sustrato no solo debe ser el soporte para la planta, sino que también debe tener condiciones de aireación, humedad y nutrición para la planta (Falcón et al. 2019).

En este contexto es muy importante conocer y determinar los mejores sustratos para la producción de plantones de *Hevea brasiliensis*, siendo fundamental para mejorar y optimizar la producción de plántulas en las regiones del país exclusivamente en la región de Madre de Dios para impulsar la economía a través de las plantaciones de dicha especie mencionada comúnmente llamada shiringa, por consiguiente se desarrolla el presente trabajo de investigación para resolver dicho problema, poniendo en prueba varios tipos de sustratos para determinar cual tiene mejores influencias positivas en el desarrollo de las plántulas de shiringa.

## **1.2 Formulación del Problema**

### **Problema General**

¿Cuál es el efecto de 15 tipos de sustratos en el crecimiento y desarrollo inicial de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata Madre de Dios?

### **Problemas Específicos**

A continuación, se plantea las preguntas de investigación:

- ¿Cuál es el efecto de 15 tipos de sustratos en el incremento longitudinal de las plantas de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios?
- ¿Cuál es el efecto de 15 tipos de sustratos en el incremento diamétrico de las plantas de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios?
- ¿Cuál es el efecto de 15 tipos de sustratos en la supervivencia de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios?

### 1.3 Objetivos del estudio

#### Objetivo General

Evaluar el efecto de 15 tipos de sustratos en el crecimiento y desarrollo inicial de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios.

#### Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de los sustratos en el incremento longitudinal de las plantas de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios.
- Evaluar el efecto de los sustratos en el incremento diamétrico de las plantas de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios.
- Evaluar el efecto de los sustratos en la supervivencia de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios.

### 1.4 Variables

Las variables que se usaron para esta investigación son: (Variable independiente: Sustrato) y (variable dependiente: crecimiento y desarrollo).

### 1.5 Operacionalización de Variables

En la Tabla 1. Se muestra el resumen de la operacionalización de las variables independientes y dependientes de la presente investigación.

**Tabla 1.** Operacionalización de variables.

| DEFINICIÓN CONCEPTUAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | DEFINICIÓN OPERACIONAL                                                                    | DIMENSIONES   | INDICADORES             | ÍTEMS        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------|--------------|
| <p>Variable independiente</p> <p>Sustratos:</p> <p>Un sustrato es cualquier material sólido, ya sea sintético, residual, mineral u orgánico, que difiere del suelo natural. Cuando se coloca en un contenedor, ya sea en forma pura o en mezcla, este sustrato permite la fijación del sistema radicular de la planta, desempeñando así un papel fundamental de soporte para la misma.</p>                                                                                              | <p><b>Sustrato:</b></p> <p>Es un medio por lo cual se desarrollan las plantas.</p>        | Ti:Es:Ca      | <b>T1</b>               | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Ti:Es:Ca      | <b>T2</b>               | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Ti:Es:Ca      | <b>T3</b>               | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Ti:Tz:Ca      | <b>T4</b>               | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Ti:Tz:Ca      | <b>T5</b>               | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Ti:Tz:Ca      | <b>T6</b>               | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Tz:As:Ca      | <b>T7</b>               | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Tz:As:Ca      | <b>T8</b>               | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Es:As:Ca      | <b>T9</b>               | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Es:As:Ca      | <b>T10</b>              | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Ga:As:Ca      | <b>T11</b>              | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Tu:Ve:Pi      | <b>T12</b>              | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Tu:Ve:Fc      | <b>T13</b>              | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Tu:Ve:Fc      | <b>T14</b>              | <b>27</b>    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Tu:Ve:Fc      | <b>T15</b>              | <b>27</b>    |
| <p>Variable dependiente</p> <p>Crecimiento</p> <p>El crecimiento es la cantidad de incremento biológico y se mide a través del tiempo. Es el resultado de procesos biológicos mediante los cuales la materia viva normalmente aumenta de tamaño.</p> <p>Desarrollo</p> <p>Son modificaciones que ocurren de manera unidireccional en la vida de un individuo, desde su existencia como una sola célula hasta su desarrollo como una unidad multifuncional, culminando en la muerte.</p> | <p><b>Crecimiento:</b></p> <p>Es el aumento de tamaño y cantidad a través del tiempo.</p> | Tiempo        | Días                    | <b>16,17</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Longitud      | Altura (cm)             | <b>16,17</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                           | Diámetro      | DAC (MM)                | <b>16,17</b> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p><b>Desarrollo:</b></p> <p>Es un proceso de desenvolvimiento.</p>                       | Supervivencia | Número de plantas vivas | <b>16,17</b> |

## 1.6 Hipótesis

### Hipótesis general

Los sustratos afectan el crecimiento y desarrollo inicial de *Hevea brasiliensis* en tubetes, en Madre de Dios.

### Hipótesis Específicas

- Los sustratos incrementan el crecimiento longitudinal de las plantas de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes.
- Los sustratos incrementan el crecimiento diamétrico de las plantas de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes.
- Los sustratos incrementan la supervivencia de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes.

## 1.7 Justificación

La goma, producida por efecto de la coagulación del látex de la especie *Hevea brasiliensis*, un árbol nativo de la amazonia, ha sido utilizado por los nativos americanos mucho antes de la llegada de los europeos. La viabilidad ecológica y social, junto con el potencial económico y los más de 130 años de aprovechamiento en Madre de Dios, respaldan la identificación del aprovechamiento del jebe silvestre como una opción productiva sostenible en el proceso de ZEE de esta región (IIAP, 2009).

La industria del jebe amazónico del Perú enfrenta una problemática compleja, tales como el aumento de productos manufacturados importados, la informalidad creciente y el contrabando de neumáticos. A pesar de estos factores que restringen la producción, las ventas y el desarrollo de la industria cauchera, las empresas siguen creyendo e invirtiendo, ya que el mercado nacional aún ofrece oportunidades de crecimiento. Por ejemplo, una importante empresa del sector retomó recientemente la fabricación de neumáticos todo terreno, orientados para el uso en minería. (IEES, 2018).

Las exportaciones peruanas todavía son mínimas, comparándolas con las mexicanas y brasileñas, cuyas ganancias son superiores por exportar el caucho y sus derivados. Esto se debe a que en estos países tienen instaladas y han desarrollado la industria del caucho. Comparando con los países miembros de la Alianza del Pacífico, Perú está casi en el último puesto en términos de ingresos por exportación de productos de caucho y sus derivados, superando únicamente a Colombia.

El incremento y la demanda a nivel nacional e internacional de caucho extraído de la especie *Hevea brasiliensis* ha ido aumentando en la región de Madre de Dios, es por el cual es muy importante realizar investigaciones que aporten nuevas técnicas y métodos para la producción de plantas y de tal manera que contribuya al desarrollo social, económico y ambiental, teniendo en consideración que nos permite recuperar áreas intervenidas, deforestadas y en proceso de degradación, fijando el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en su estructura.

Promover el cultivo de shiringa en la región de Madre de Dios es una propuesta muy valiosa que se está desarrollando gracias a una alianza entre el sector privado e instituciones que buscan impulsar las plantaciones para posteriormente ser aprovechadas, en donde muchos pobladores de la zona serán contratados para que puedan trabajar y formar parte de dicha actividad comercial.

A la vez se ha visto que es mucho mejor realizar plantaciones de *Hevea brasiliensis* ya que su extracción sería más eficiente, en donde se requiere la utilización de viveros para la producción de plantas que posteriormente serán llevados a campo definitivo. No obstante, se requiere que las plantas sean fáciles de transportar y se garanticen la supervivencia de estas en el vivero y campo definitivo. Por lo tanto, los resultados del presente estudio tendrían impactos significativos en la reforestación o en la producción sostenible de *Hevea brasiliensis* en la región Madre de Dios.

Por tal motivo la presente investigación tiene como objetivo “evaluar el efecto de 15 tipos de sustratos en el crecimiento y desarrollo inicial de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios”, por lo

tanto los resultados que se obtengan del presente estudio van a contribuir con el mejoramiento de nuevas alternativas de manejo de sustratos en los viveros para garantizar la supervivencia y calidad de plantas en el campo definitivo y así tener a futuro una buena producción de caucho o látex.

### **1.8 Consideraciones éticas**

Se cumplió con el Reglamento vigente de grados y títulos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Además, se dio facilidades para la obtención de datos de campo y procesamiento de los mismos, que se informó en su momento de los resultados obtenidos a la empresa en donde se realizó la investigación. Para el reconocimiento de la especie se cumplió los pasos de recolección para su posterior identificación con el especialista botánico del herbario para tener una mejor acreditación.

El trabajo de la presente investigación fue únicamente la utilización del vivero para su preparado de sustrato e instalación de tubetes con el fin de evaluar el desarrollo de los diámetros y alturas de las plantas.

Por otra parte, también se respeta a los autores secundarios por la información recopilada para la presente investigación, siendo de suma importancia las fuentes para que sea posible todo tipo de investigaciones a nivel mundial para el desarrollo de la humanidad.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de estudio

#### 2.1.1 Estudios realizados a nivel internacional

A nivel de invernadero, la inoculación con *Enterobacter sp.*, *Glomus mosseae* y la adición de Silicio mejoraron el crecimiento y desarrollo de las plántulas de caucho, dichos efectos benéficos se observaron en una mejora significativa de la altura del tallo, el contenido de clorofila, el área foliar, el peso seco de las raíces y los brotes, la longitud total de las raíces, el área de la superficie de las raíces y el volumen de las raíces en comparación con el tratamiento de control (Shabbir et al. 2021).

Trinidad (2015), efectuó una evaluación de los sustratos en México, cuyos hallazgos muestran que se pueden usar sustratos y contenedores en la producción de plantas de Shiringa en vivero, como alternativa a la tierra y las bolsas de plástico. Una mezcla formada por 50% de turba, 30% de vermiculita y 20% de agrolita presentó resultados favorables, seguida de la fibra de coco y las compuestas por compost. Además, el uso de tubetes obtuvo mejores resultados en comparación con las bolsas plásticas, ya que proporciona una mejor calidad de plantas con un mejor sistema radicular, y tiene la ventaja de reducir los tiempos de producción y el espacio necesario para grandes cantidades de plantas.

Borelli (2022), en su estudio realizado en Brasil en la Universidad de Estadual Paulista, el cual evaluó el efecto de diversos sustratos en el vivero de plántulas de *Hevea brasiliensis* en tubetes, por consiguiente se utilizaron un sistema de riego, incluyendo así los sustratos de fibra de coco granulado de textura fina, cascara de *Pinus* compuesto con Vermiculita y turba, demostrando que los sustratos a base de fibra y turba tenían mayores

capacidades de retención de agua, los sustratos de fibra y pino tenían un buen desarrollo positivo en altura; con respecto a los diámetros, las plantas que poseían sustratos a base de fibra de coco y turba tenían un mayor diámetro.

Cobas (2020), realizó una investigación con la finalidad de conocer el comportamiento morfológico de plantas de *Lysiloma sabicu* Benth cultivadas en vivero sobre diferentes sustratos orgánicos y utilizando la tecnología de tubetes. Utilizo tres combinaciones de sustratos elaboradas a partir de mezclas de compost orgánico, humus de lombriz y estiércol vacuno, con el fin de determinar cuál lograba una mejor calidad de las plantas con esta tecnología. Hizo mediciones de la altura, diámetro del cuello de la raíz, biomasa seca y atributos del sistema radical, con los que calculo los índices de esbeltez, relación PSA/PSR e índice de calidad de Dickson. Los resultados mostraron la existencia de diferencias en la morfología de las plantas por efecto de los sustratos.

En un estudio realizado, demostraron que el volumen del contenedor tiene una mayor influencia en la morfología de la planta, en donde se demuestra que un tubete con mayor volumen posee mayor enraizamiento, mayor desarrollo en altura y diámetro, almacenan mayor contenido de nutrientes y son más versátiles en su transporte a campo; la densidad de crecimiento se correlacionó con la morfología de las plántulas y la concentración de nutrientes en el vivero (Dominguez-Lerena et al. 2006).

Castillo (2013), desarrolló su investigación en la Empresa Forestal Integral (EFI) en Cuba, en donde utilizaron semillas de *Moringa oleífera*, utilizaron sustratos orgánicos, gallinaza, humus de lombriz y desechos orgánicos a diferentes combinaciones, obteniendo como resultados que el sustrato con mejor comportamiento fue el compuesto por desecho orgánico 50% + humus de lombriz 50%, que mostró los mejores desarrollos morfológicos de diámetro y altura en las diferentes plantas.

La forma de las plantas provenientes de contenedores se ve influenciada por diversos factores, genéticos, del ambiente y de las prácticas agronómicas como época de siembra, densidad, tipo de contenedor, nivel

de sombra, abonamiento, riego, así como las podas aéreas. (Mexal y Landis, 1990).

Los sustratos para los tubetes deben tener las siguientes características: libre de sal, alta capacidad de intercambio catiónico, propiedades físicas y químicas adecuadas, de apoyo, libre de plagas, económico, disponible, uniforme y de peso ligero (Mathers et al. 2007). Algunos componentes comunes del sustrato que se utilizan hoy en día en la industria de los viveros son corteza de pino, corteza de madera dura, arena, suelo, arcillas y agregados industriales, jardín compostado, basura y desechos animales como biosólidos, cáscaras de arroz, cáscaras de maní, compost de hongos, turba, fibra de coco, aserrín, bagazo (un subproducto de la industria azucarera), perlita, vermiculita, caucho desmenuzado (derivado de neumáticos de desecho) y basura de desmotadora de algodón (Köbrich, Rehmanb & Khanc 2003).

Montafur (2013), en su estudio realizado en Guatemala, evaluó la producción de plantas de *Hevea brasiliensis* utilizando tubetes y bolsas de polietileno. Los resultados mostraron un mayor crecimiento en diámetro del tallo (10,65 mm) y altura de las plantas (91,81 cm) cuando se emplearon bolsas de polietileno. En contraste, los tratamientos con tubetes de polipropileno presentaron un diámetro de 8,5 mm y una altura de 70,25 cm, sin diferencias significativas.

Los resultados revelan diferencias significativas entre los tratamientos, principalmente en ciertas variables morfológicas evaluadas antes del injerto. De igual manera, se observaron diferencias significativas en la biomasa previa y posterior al injerto, asociadas al material de soporte utilizado. En cuanto a la arquitectura radicular, las diferencias entre tratamientos se relacionaron con los dos factores probados. La interacción entre el tipo de contenedor y el sustrato resultó ser menos relevante que los componentes por separado; el sustrato demostró tener mayor influencia en el crecimiento de las plantas que el tamaño del contenedor. Estos hallazgos sugieren que es posible producir plantas de shiringa con buenas características morfológicas en tubetes.

Falcon et al. (2019), evaluaron el efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre la calidad de las plántulas de *S. mahagoni* cultivadas en contenedores. Los sustratos empleados fueron cascarilla de cacao (1), fibra de coco (2) y aserrín de pino (3), así como mezclas volumétricas de estos mismos componentes. El experimento se llevó a cabo bajo un DCA con 8 tratamientos y 5 repeticiones. Los resultados mostraron que la especie *S. mahagoni* respondió de manera favorable a dichas mezclas.

### **2.1.2 Estudios realizados a nivel nacional**

Rioja (2022), en un estudio realizado en la región de Ucayali acerca de la influencia los sustratos en el desarrollo de las plantas en Tubetes de *Dipteryx sp* (shihuahuaco), en donde obtuvieron que las plantas en tubetes que estaban con el sustrato de (Cascarilla de Arroz Carbonizado 50% - TURBA 25% - Fibra de Coco 25%) tenían mejores diámetros y altura promedio.

Ore (2022), en su estudio realizó la evaluación del Efecto de sustrato orgánico en el crecimiento de plántulas de bolaina blanca y shaina en fase de vivero en la región de San Martín, en donde el sustrato compuesto por gallinaza obtuvo el mayor desarrollo en altura y diámetro con respecto a los demás sustratos, así como también en los sustratos donde se utilizó gallinaza se determinó que el pH, fósforo y potasio presentaron valores superiores en comparación con la tierra negra.

Villacorta (2021) encontró que el compost de estiércol de pollos con residuos de corteza de bolaina es muy bueno para el crecimiento y desarrollo de clones de capirona a nivel de viveros en la selva norte peruana, así mismo para Loyola (2019), el sustrato más apropiado para la producción de estos plantones en tubetes fue el que tenía 50% fibra de coco, 30% cascarilla de arroz semicarbonizada y 20% compost cervecero.

Vásquez (2019), desarrolló una investigación en la región de San Martín para ver el nivel de concentración de NPK de 4 sustratos, encontrando que

la gallinaza tienen más altas concentraciones de NPK, y un pH neutro ideal para el crecimiento de las plantas.

Por su parte, Rojas & Diaz (2018) reportaron que los mejores sustratos para viveros forestales fueron una mezcla de fibra de coco, cascarilla de arroz y compost de gallinaza.

### **2.1.3 Estudios realizados a nivel local**

Guerra (2019), en su estudio realizado en un vivero de Tambopata, compararon los efectos diferentes medios de propagación en el cultivo de plátano, donde obtuvo un mejor promedio el sustrato a base de materia orgánica.

Cusi (2013), evaluó el efecto de 12 sustratos en el desarrollo de *Bertholletia excelsa* a nivel de vivero, encontrando mejor respuesta en los tratamientos con biocarbon-bagazo de caña-arena a nivel de tubetes, teniendo también mejor respuesta en el pH del suelo.

Pinchi (2009), en su estudio realizado en las instalaciones del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) - filial Madre de Dios con respecto a la influencia del Bocashi en plantas de *Bertholletia excelsa*, el cual concluyeron que el Bocashi no tuvo una influencia significativa en el desarrollo de las plántulas de Castaña producidas en tubetes, pero encontró los mismos resultados que Cusi (2013).

En la producción de plantas de castaña (*Bertholletia excelsa*) en tubetes, con sustratos como: el bagazo de caña (compostada por 4 meses), la tuza de maíz (compostada por 2 meses hasta su estabilización), la cascara de castaña (tegumento leñoso de la semilla descompuesto por 2 meses), aserrín (compostado por 2 meses) cascarilla de arroz carbonizada, y arena. Se encontró que la combinación de bagazo de caña (3 partes), cascarilla de arroz (2 partes) y arena (1 parte) producen plantas más vigorosas con diámetros a la altura del cuello y altitud de las plantas superiores (Cusi, 2013).

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1 Características dendrológicas

*Hevea brasiliensis* Muell Arg, y se le clasifica de la siguiente forma (Cronquist 1 981):

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Euphorbiales
- Familia: Euphorbiaceae
- Género: *Hevea*
- Especie: *H. brasiliensis* Muell. Arg.

el árbol de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg, comúnmente conocido como el árbol de caucho, es una especie de árbol de la familia Euphorbiaceae que es nativa de la Amazonía y se ha cultivado ampliamente en diferentes partes del mundo debido a su importancia económica como fuente de caucho natural, el fuste del árbol es recto y alcanza alturas de hasta 30 metros (Khin et al., 2019). Las hojas son grandes, compuestas y de color verde oscuro, con 3 a 7 folíolos ovalados, coriáceos y brillantes. (Khin et al., 2019) Las flores son pequeñas y de color amarillo verdoso, y se agrupan en racimos colgantes. El fruto es una cápsula de forma esférica que contiene 3 semillas grandes, de color marrón oscuro, que son ricas en aceite (Khin et al., 2019). Produce un látex blanco y cremoso que se extrae del árbol y se procesa para obtener el caucho natural (Reis et al., 2022).

### 2.2.2 Ecología de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg.

La *Hevea brasiliensis* es originaria de la región Amazónica, donde existe una amplia diversidad de esta especie que es importante para el mejoramiento de la shiringa, porque existe una gran variabilidad genética

de interés agronómico de rendimientos y resistencia a enfermedades y plagas (Bonadie, Ferreira & Carvalho 2016).

En el Perú, se reportaron poblaciones naturales de *Hevea* en las cuencas de los ríos Caquetá y Putumayo (frontera con Colombia), en Alto Purús en las cuencas de los ríos Madre de Dios y Tahuamanu (Velarde & Vasquez 2009).

El hábitat natural de *Hevea brasiliensis* es la selva tropical húmeda de la cuenca amazónica, donde crece en suelos ricos en nutrientes y bien drenados. (Khin et al., 2019). La especie se adapta bien a diferentes tipos de clima tropicales, aunque prefiere temperaturas cálidas y húmedas con precipitaciones anuales de 1 500 a 2 000 mm (Khin et al., 2019). *Hevea brasiliensis* es una especie perenne y su cultivo se extiende principalmente en regiones tropicales de Asia, África y América Latina (Khin et al., 2019).

Las principales características agronómicas del árbol de caucho incluyen su alto rendimiento de látex, su resistencia a plagas y enfermedades, y su adaptabilidad a diferentes entornos de cultivo.

### **2.2.3 Shiringa en Madre de Dios**

El aprovechamiento del caucho en el Perú y otros países se ha convertido en una actividad económica importante (Khin et al., 2019) (Villacorta et al., 2021). Las poblaciones naturales en la amazonia peruana (Silva et al., 2022), así como los cultivos establecidos en otras regiones tropicales (Khin et al., 2019), han contribuido significativamente a la producción mundial de caucho natural. Madre de Dios no es la excepción, ya que, gracias a las investigaciones realizadas y generadas en la región, en la actualidad se tienen plantaciones como monocultivo y en sistemas agroforestales.

### **2.2.4 Recolección y selección de semillas**

El origen y la calidad de la semilla a usar en los almácigos son de gran importancia para la obtención de plantas que servirán como base o patrones, en los cuales se injertarán yemas provenientes de clones de muy

buen rendimiento, por otro lado los árboles madre, de donde se originan las semillas a usar, deben de ser de clones resistentes a enfermedades, así como también la selección de semillas de shiringa se realiza a mano según el brillo y peso de la misma, la semilla fresca de buena calidad se caracteriza por ser brillante y generalmente llega a pesar de 3 a 4,5 g aproximadamente, por lo tanto no conviene recolectar las semillas con más de cinco días de haber caído, ni almacenarlas por un periodo mayor a cinco días, ya que a los 10 días pierden rápidamente su poder germinativo (Aguirre, 2013).

La semilla del caucho se disemina fácilmente y tiende a germinar rápidamente, lo que facilita su propagación espontánea en áreas cercanas, aunque para establecer viveros con estas semillas se requieren condiciones especiales de manejo y control (Khin et al., 2019). Sobre todo, es necesario conocer que las semillas tienen un período de germinación corto y pierden rápidamente su poder germinativo, por lo que deben sembrarse poco tiempo después de su recolección. (Khin et al., 2019) (Villacorta et al., 2021) (Almeida & Valle, 2007) (Unda, 2019)

Un kilo de semillas contiene de 200 a 220 semillas, dependiendo del clon o árbol semillero. En 1 m<sup>2</sup> de germinador se colocan de 1 200 a 1 500 semillas.

El sustrato para la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas en vivero es otro factor determinante, que implica el uso de sustratos con buenas propiedades físicas y químicas que favorezcan el buen crecimiento y enraizamiento de las plantas (Villacorta et al., 2021).

(Köbrich, Rehmanb & Khanc 2003), en el contexto agroindustrial con respecto a una buena colecta de semillas, esto significa que las plantaciones realizadas por el hombre es muy importante recolectar y conocer las mejores épocas de las semillas el cual garantiza la futura producción de látex o con fines maderables, teniendo como fin un bien económico en una actividad.

### 2.2.5 Contenedores “tubetes”

Para la producción de plántones en los viveros forestales se utilizan bolsas de 6" por 12", donde se tiene que utilizar gran cantidad de sustrato que encarece la producción y el costo transporte de las plantas a campo definitivo, pero permite un buen desarrollo radicular (Corvera et al. 2010).

Para optimizar los procesos de producción, en la actualidad se promueve el uso de tubetes, que son de plástico rígido, con estrías longitudinales internas para evitar el enrollamiento de las raíces, donde se utiliza menos cantidad de sustrato, y se busca mejorar la calidad de las plantas con un desarrollo radicular eficiente (Cusi, 2013).

### 2.2.6 Sustratos

El sustrato ideal en tubetes para la producción de plántines de *Hevea brasiliensis* debería tener una mezcla equilibrada de componentes orgánicos y minerales, con características adecuadas de pH, densidad aparente, porosidad y capacidad de retención hídrica (Villacorta et al., 2021).

Con la utilización de tubetes de plástico, se busca utilizar menos cantidad de sustrato, pero que tenga una buena calidad, que sean de origen vegetal y estén disponibles en la región (ya que no son aprovechados y son considerados desechos), y que facilite el desarrollo eficiente de la planta (Cusi, 2013).

Un buen sustrato debe permitir un buen crecimiento de las plantas dentro del tubete, el mismo que brinde óptimamente buena aireación y drenaje, que no presente inconvenientes relacionados a su manejo en el vivero, y que sea de fácil accesibilidad para los productores en cuanto a su disponibilidad y costo (Salto, García & Harrand 2013).

La porosidad de un medio de crecimiento puede variar con las características de sus componentes, el grado de compactación del medio dentro del contenedor, y la altura del contenedor. En efecto, la altura del contenedor es el principal factor que controla la porosidad de aireación del

medio de crecimiento en un contenedor. La cantidad de materiales orgánicos usados en los sustratos varía considerablemente, generalmente entre 25 a 50 % (del volumen), pero a veces alcanza el 100%, las mezclas que contienen más del 50 % de materia orgánica, pueden tener menos espacio poroso (Ruano, 2008).

Un buen tratamiento pre germinativo de la semilla de la shiringa, consiste en remojarla durante dos días, por lo que el sustrato debe tener la capacidad de retener humedad, y debe estar libre de patógenos, por lo que es vital desinfectar todo el medio con algunos productos específicos que existen en el mercado para estos fines (Tapiero, 2018).

El aserrín fresco tiene una alta porosidad y aireación; sin embargo, la descomposición rápida puede resultar en una disminución dramática de la aireación con el tiempo. La corteza tiene un alto contenido de lignina y es más resistente a la descomposición. La corteza de la madera dura tiene un 45% de celulosa y un 55% de lignina y se descompone más fácilmente que la corteza de madera blanda, que tiene un 10% de celulosa y un 90% de lignina. La aireación no debería variar tanto cuando se utiliza la corteza como sustrato de vivero en comparación con el aserrín (Allaire-Leung, Caron y Parent 1999).

### **2.2.7 Insumos en sustratos**

Los sustratos para cultivo de *Hevea brasiliensis*, como la turba, la fibra de coco, la cascarilla de arroz, la corteza de pino, entre otros, deben evaluarse continuamente para determinar su idoneidad y optimizar el crecimiento de las plantas de caucho en vivero (Khin et al., 2019).

#### **A. Carbón activado**

Este sustrato es usado en viveros con la finalidad de retener los nutrientes y evitar su pérdida de tal manera que estos estén disponibles para las plantas, por otro lado mejora de las características físicas como la porosidad (Solís et al. 2012).

## B. Aserrín

El aserrín se utiliza frecuentemente en sustratos para hortalizas, y normalmente se composta antes de utilizarlo; no obstante, debido a las variaciones intrínsecas entre distintas maderas en términos de propiedades químicas, la idoneidad del aserrín como elemento orgánico en los sustratos puede ser extremadamente fluctuante. (Landis et al. 1990).

**Tabla 2.** Propiedades químicas del aserrín.

| Muestra  | Granulometría | pH  | Materia orgánica | CIC  | SB (%) | Fósforo |
|----------|---------------|-----|------------------|------|--------|---------|
| Aserrín  | Orgánico      | 7,0 | 38,1             | 35,7 | 52,8   | 22,7    |
| Acículas | Orgánico      | 5,9 | 29,6             | 91,0 | 44,6   | 62,7    |
| Tierra   | FArA          | 5,3 | 10,1             | 56,0 | 8,9    | 9,0     |

CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico, SB: % Saturación de Bases, FArA: Franco-Arenosa-Arcillosa.

## C. Tuza de maíz

Éste es un residuo de la cosecha del maíz (donde solamente es aprovechado el grano de maíz después que se haya desgranado toda la mazorca) poco utilizado, ya que sus bondades como insumo para su uso en Viveros no es muy conocida (Cusi, 2013).

## D. Gallinaza

La importancia del fertilizante en las gallinazas radica en su alto contenido de nutrientes y minerales vitales para el desarrollo de las plantas. Los niveles de N-P-K pueden variar de una gallinaza a otra, algunas de forma significativa, debido a factores como: si se encuentra envuelta con material vegetal (cama) o no, la clase de cama, la humedad, el tiempo que ha estado húmeda, el tipo de dieta de las aves (FENAVI, 2016) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Nutrientes de la gallinaza.

| Nutriente               | Contenido |
|-------------------------|-----------|
| Nitrógeno total (%)     | 1,0 – 3,5 |
| Fósforo (como P2O5) (%) | 0,4 – 4,5 |
| Potasio (como K2O) (%)  | 0,2 – 2,9 |

### E. Fibra de coco

La fibra de coco usada en viveros es ideal ya que mejora las características físico químicas del sustrato ya que tiene abundante pectina y en esencia, son materiales compuestos por celulosa, hemicelulosa y lignina; estos atributos la hacen resistente, particularmente a la tracción, además de ser muy elástica y de diámetro reducido en corte transversal; por otro lado, es un sustrato de alta porosidad, lo que promueve el crecimiento de las raíces, tiene la habilidad de conservar grandes cantidades de humedad sin saturarse, drenando los excesos y manteniendo una correcta relación de aire-agua (Crespo, 2012).

**Tabla 4.** Propiedades químicas de la fibra de coco.

| Parámetro                  | Valor |
|----------------------------|-------|
| pH extracto saturado       | 5,6   |
| CIC (me/100 g)             | 58    |
| Materia orgánica total (%) | 87    |
| CE (dS/m)                  | 0,7   |
| Nitrato (ppm)              | < 1,5 |
| Nitrato amoniacal (ppm)    | 1,8   |
| Fosfatos (ppm)             | 8,5   |
| Potasio (ppm)              | 108   |
| Calcio (ppm)               | 5,2   |
| Magnesio (ppm)             | < 2   |
| Cloruros (ppm)             | 159   |
| Sulfatos (ppm)             | 36    |
| Sodio (ppm)                | 49    |
| Boro (ppm)                 | < 0,2 |
| Manganeso (µg/l)           | 19    |
| Hierro (µg/l)              | 0,25  |
| Zinc (µg/l)                | < 35  |
| Cobre (µg/l)               | < 35  |

## F. Vermiculita

La vermiculita / perlita y otros componentes minerales pueden usarse para mejorar la aireación y drenaje del sustrato (Villacorta et al., 2021). por sus atributos físicos es muy útil en viveros, ya que no se disuelve en el agua, pero si la absorbe para ponerla a disposición de las plantas, además de tener la propiedad de no combustionar fácilmente (Tabla 5).

**Tabla 5.** Propiedades físicas de la vermiculita.

| Propiedad                    | Nivel                                        |
|------------------------------|----------------------------------------------|
| Color                        | Marrón                                       |
| Densidad aparente            | 100-155 kg/cm <sup>3</sup> (según PLAB 0701) |
| Densidad compactada          | 120-180 kg/cm <sup>3</sup> (según PLAB 0702) |
| Temperatura de Fusión        | 1 260-1 350 °C                               |
| Temperatura de ablandamiento | 1 150-1 250°C                                |
| pH (agua)                    | 6-9 (                                        |
| No flotantes (V)             | < 20% (según PLAB 0741)                      |
| Absorción de humedad         | >10% (según PLAB 0754)                       |
| Calcinación                  | 3-10% (según PLAB 07118)                     |
| Índice de refracción         | 1,5                                          |
| Conductividad térmica        | < 0,04 W/mK a 20°C                           |
| Calor específico             | 0,84 kJ/kgK                                  |
| combustibilidad              | No combustible                               |
| Asbestos                     | Libre de asbestos                            |

### 2.2.8 Crecimiento y Desarrollo

Las condiciones ambientales para que cualquier ser vivo pueda existir deben ser favorables, en el caso de las plantas es vital la presencia del agua y nutrientes en el suelo además de radiación solar, bajo estas condiciones elementales, y a medida que va transcurriendo el tiempo las plantas van ganando altura y van aumentando su biomasa, expresando así sus características genéticas intrínsecas. (Moreno, 2018).

### 2.3 Definición de términos

Según IIAP (2014), los términos utilizados en el presente trabajo de aplicación se describen a continuación:

**Altura de plántula:**

Ganancia de tamaño de la planta a medida que va transcurriendo el tiempo, y esta ganancia se registra generalmente en centímetros

**Aserrín:**

Sustrato proveniente del aprovechamiento de la madera o del aserrado de las mismas, que tienen diferentes tamaños y diámetros y de propiedades variables en función a la especie del cual proviene.

**Camas de germinador:**

Antes de poner las plantas en el vivero, las semillas son pre tratadas con la finalidad de que germinen en un sustrato que facilite este proceso, además debe permitir las facilidades de extracción de las plántulas, con todo su sistema radicular íntegro para facilitar su trasplante en Vivero.

**Carbón:**

Obtenido a través de pirolisis de partes orgánicas leñosas de las plantas, el mismo que tiene buenas propiedades de retención de nutrientes en los viveros

**Control fitosanitario:**

Se refiere al manejo que se debe tener en cuenta en los viveros para evitar el ataque de algún agente biótico que perturbe el crecimiento de las plantas.

**Diámetro de Plántula:**

Es la medida recta de una planta, generalmente se utiliza para controlar el desarrollo en cuestión de ancho y es cuantificado o medido a través de un vernier en las unidades de milímetros.

**Estiércol:**

Son residuos producidos por los animales los mismos que pueden ser aprovechados, previo compostaje, como sustrato rico en nutrientes para las plantas, además de su alto contenido de materia orgánica.

**Fibra de coco:**

Es un buen elemento como sustrato y muy utilizado en viveros, ya que mejora las características físicas del suelo para un óptimo desarrollo de las

raíces de las plantas, mejorando la aireación y la retención de agua para las plantas.

**Gallinaza:**

Es el estiércol que produce las aves de corral y que son muy utilizados en Viveros previo compostaje.

**Insumos:**

En este caso son los materiales utilizados en el vivero que permitan acondicionar buenas condiciones para que las plantas puedan desarrollarse mejor.

**Materia orgánica:**

Es un componente esencial para las plantas, y en el de vivero es necesario incorporar una buena cantidad de ella para asegurar el normal desarrollo de las plantas, esta materia orgánica puede provenir a partir de residuos vegetales y animales que han sido previamente compostados.

**Riegos:**

Los nutrientes para las plantas deben estar disueltos en agua, y esa agua se suministra en viveros a través de riegos constantes, siendo estos por goteo o por aspersión.

**Tubetes:**

Es un recipiente contenedor del sustrato donde se va a desarrollar la planta, generalmente es de plástico, de fácil manejo, y que contiene solo el sustrato necesario para la planta.

**Turba:**

Es un material compuesto por los residuos de plantas que se acumulan en una zona pantanosa, es de consistencia algo esponjosa, cuenta con una importante presencia de carbono y exhibe un tono oscuro.

**Vermiculita:**

Es un medio de germinación ideal para semillas, proporcionando un entorno húmedo y protegiendo las plántulas mientras crecen, también se utiliza para la propagación de esquejes y como componente en mezclas de sustratos personalizadas para diferentes tipos de plantas.

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. Tipo de estudio**

- De acuerdo con el nivel de profundidad de búsqueda del conocimiento es explicativo y predictivo (experimental).
- De acuerdo con la intervención del investigador sobre el fenómeno estudiado es experimental.
- De acuerdo con el momento en que ocurre el fenómeno y su registro es prospectivo.
- De acuerdo con el número de ocasiones que se colectan los datos sobre el fenómeno estudiado, es transversal.
- De acuerdo con la fuente de acopio de los datos es de campo.
- De acuerdo con el fin último que persigue la investigación es aplicada.

#### **3.1.1. Descripción del área de estudio**

El estudio se desarrolló en las instalaciones en un Fundo San Miguel (Figura 1), propiedad de la Empresa INDUSTRIAL YJM S.A.C. ubicado en el km 58 de la carretera interoceánica Puerto Maldonado – Iberia, en el sector de Pampa Hermosa, el cual cuenta con un vivero instalado para producción de plantas de shiringa, con capacidad para producir 100 000 plantas las cuales, son producidas de manera convencional semi-tecnificada.

En la Figura 1. Se muestra el mapa de ubicación del presente estudio, con la finalidad de visualizar geográficamente las plantaciones de la empresa quien nos brindó las facilidades y la ubicación del vivero con sus respectivos detalles.

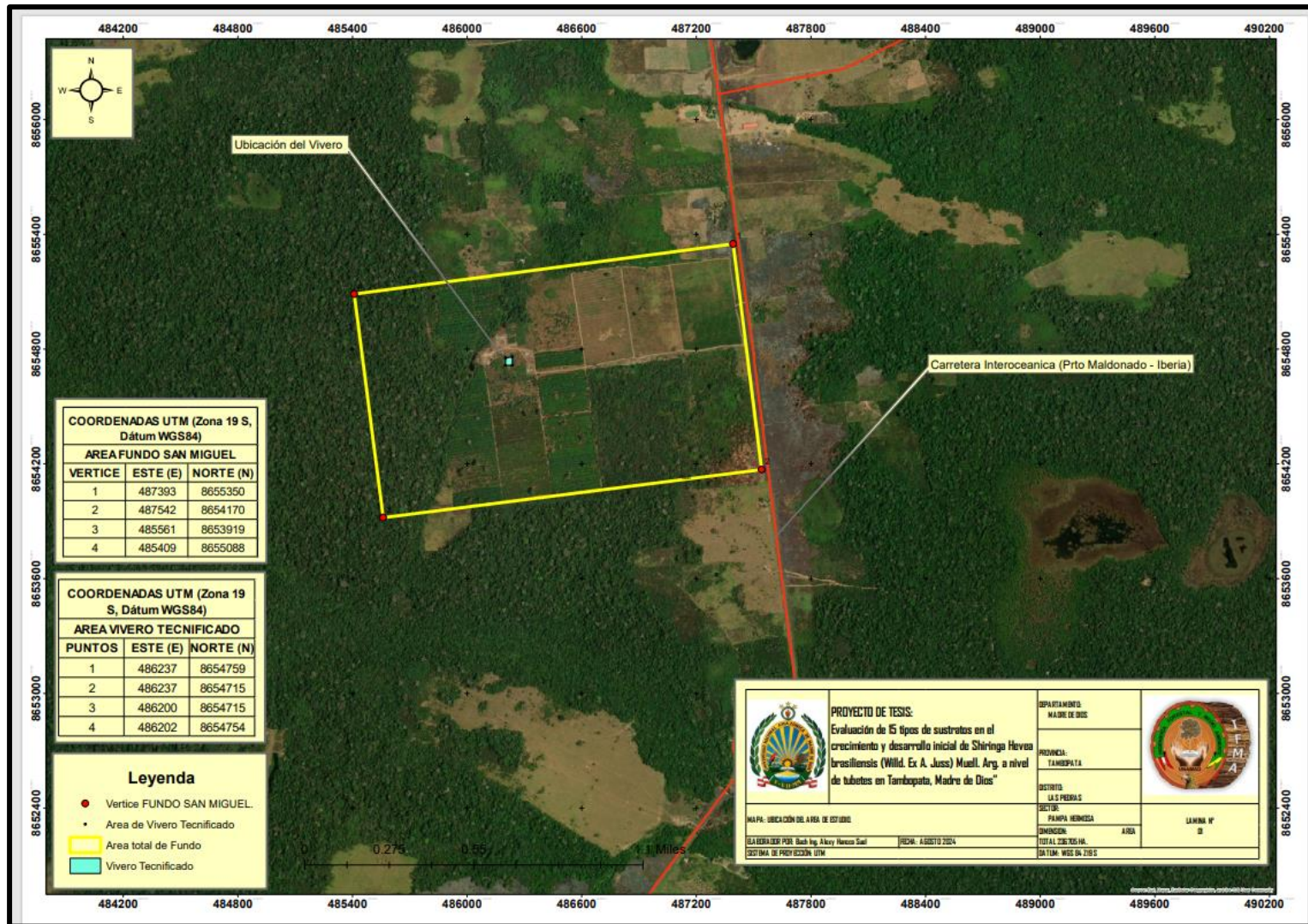


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio en campo.

### 3.2. Diseño del estudio

En el presente estudio experimental se utilizó el diseño experimental DCA Diseño Completamente Aleatorizado, donde se utilizó 15 sustratos que fueron evaluados a nivel de vivero (Tabla 6).

**Tabla 6.** Tratamientos utilizados en plantones de shiringa.

| Tratamiento | Combinación de sustratos | Proporciones |
|-------------|--------------------------|--------------|
| T1          | Ti:Es:Ca                 | 01:01:01     |
| T2          | Ti:Es:Ca                 | 1:0,5:1,5    |
| T3          | Ti:Es:Ca                 | 0,5:1:1,5    |
| T4          | Ti:Tz:Ca                 | 01:01:01     |
| T5          | Ti:Tz:Ca                 | 1:0,5:1,5    |
| T6          | Ti:Tz:Ca                 | 0,5:1:1,5    |
| T7          | Tz:As:Ca                 | 01:01:01     |
| T8          | Tz:As:Ca                 | 1:0,5:1,5    |
| T9          | Es:As:Ca                 | 01:01:01     |
| T10         | Es:As:Ca                 | 1:0,5:1,5    |
| T11         | Ga:As:Ca                 | 01:01:01     |
| T12         | Tu:Ve:Pi                 | 1:0,5:1,5    |
| T13         | Tu:Ve:Fc                 | 01:01:01     |
| T14         | Tu:Ve:Fc                 | 1:0,5:1,5    |
| T15         | Tu:Ve:Fc                 | 0,5:1:1,5    |

Con los 15 tratamientos ya definidos, se estableció un Diseño Experimental Aleatorizado (DCA) con cuatro repeticiones, y cada unidad experimental contó con diez individuos, teniéndose en total 600 individuos que fueron evaluados.

En la Tabla 6. Se aprecia los 15 sustratos ya mezclados con distintos insumos para comparar la influencia que tienen en el desarrollo de las plantas de shiringa, utilizando como medida las proporciones, debido a que es una medida fácil de interpretar y aplicar de manera práctica en el campo.

### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

Cada unidad experimental estuvo compuesta por 10 plantas, las mismas que tuvieron cuatro repeticiones. Si consideramos que tenemos 15 tratamientos (Tabla 6), entonces la población estuvo conformada por 600 plantas.

#### 3.3.2. Muestra

Para el presente estudio solo se evaluó 10 plantas por unidad experimental, tomando el criterio de eliminar efecto de bordes entre plantas, por lo que la muestra estuvo conformada por 600 plantas.

### 3.4. Métodos y técnicas

#### 3.4.1 Instalación de las plantas de Shiringa

Con respecto al control fitosanitario, se utilizó el mismo método de aplicación de la empresa INDUSTRIAL YJM S.A.C que usa para la producción de plantas de shiringa, debido a que cuentan con especialistas de amplia experiencia y trayectoria en el tema, es por el cual se ha tomado como referencia sus métodos de control fitosanitario, ya que el objetivo es la evaluación de los sustratos.

El riego fue aplicado de forma manual a todas las plantas de *Hevea brasiliensis* de modo tal que se mantuviera en capacidad de campo los sustratos. El control fitosanitario de las plantas se inició a los 57 días del repique. La aplicación de fungicidas fue dos veces por semana alternando Azoxystrobin + Mancozeb ( $0,05 + 2,40 \text{ g l}^{-1}$ ) con Thiofanate methyl + Clorotalonil ( $1,40 + 2,52 \text{ g l}^{-1}$ ). La fertilización foliar consistió en la aplicación de dos soluciones nutritivas; la fórmula de la primera fue urea (395 g), Fosfato diamónico (180 g) y cloruro de potasio (399 g) los cuales se disolvieron en agua por separado, todo para un volumen final de 5 litros de solución. La fórmula de la solución fue sulfato de potasio y magnesio (195,5 g) y un producto comercial a base de micronutrientes (microtal) (12 g) de igual forma se disolvieron en agua por separado todo para 2 litros de solución como volumen final. La aplicación de ambas soluciones fue al

0,1% en cada aplicación en drench, durante cinco semanas, desde los 69 hasta 97 días del repique, una vez por semana, junto a la aplicación de los fungicidas.

### **3.4.2 Medición de diámetro y altura**

El análisis de crecimiento de las plantas se realizó a los 289 días después del trasplante o repique, a través de la altura de planta (cm) y el diámetro del cuello (mm) considerado el valor de este último para predecir la supervivencia y crecimiento individual de las plantas en campo definitivo sustentado el método por Strauch (2001).

El diámetro fue medido con ayuda de un vernier en unidades de milímetro, garantizando así la precisión de la investigación conforme las plántulas van desarrollándose con respecto al tiempo; por otra parte, la altura fue obtenida a través de una wincha expresado en centímetros.

### **3.4.3 Insumos y sustratos del experimento**

Los componentes e insumos del sustrato fueron seleccionados de acuerdo a lo que más abunda en la región Madre de Dios el cual también sean de costos accesibles y rentables para una producción en vivero, de tal manera se utilizó las medidas de proporciones como es (1:0,5:1,5) utilizándose baldes en la cuantificación (IIAP, 2014).

Así como también varios de los estudios mencionados en los antecedentes han utilizado los mismos insumos para su evaluación de sustratos, el cual también se usó la misma secuencia de proporciones para poder realizar comparaciones o diferencias entre las investigaciones.

Por consiguiente, se utilizó los sustratos que guardan más relevancia de tal manera que se realizó dichas mezclas por sugerencia y en coordinación con la empresa INDUSTRIAL YJM S.A.C, siendo 10 insumos diferentes (Tabla 7).

**Tabla 7.** Insumos utilizados para los sustratos del experimento

| Insumos de los sustratos    | Identificador | Clave |
|-----------------------------|---------------|-------|
| Tierra de sitio cernido     | Tierra        | Ti    |
| Aserrín grueso (2-5mm)      | Aserrín       | As    |
| Carbón de aserrín           | Carbón        | Ca    |
| Tuza de maíz descompuesto   | Tuza          | Tz    |
| Estiércol de ganado cernido | Estiércol     | Es    |
| Gallinaza cernida           | Gallinaza     | Ga    |
| Corteza de pino             | Pino          | Pi    |
| Fibra de Coco               | Coco          | Fc    |
| Turba                       | Turba         | Tu    |
| Vermiculita                 | Vermiculita   | Ve    |

En la tabla 7. Se observa los insumos utilizados en el presente trabajo de investigación para evaluar el sustrato que poseen mayor influencia en el desarrollo de las plantas de shiringa.

### 3.5. Tratamientos de los datos

El estudio duró ocho meses, iniciando con la germinación de la semilla, el repique de las plantas germinadas y concluyendo con la evaluación del crecimiento en tubetes. Una vez mostrando el desarrollo de las plantas en crecimiento y altura se procedió a medir los parámetros utilizando una wincha y un vernier tal como se muestra en el Anexo 4.

Los registros de crecimiento se realizaron en una hoja de Excel mensualmente para los parámetros que fueron evaluados (altura, diámetro y mortalidad de las plantas).

#### **Análisis Estadístico**

Los tratamientos estadísticos fueron sometidos al análisis de varianza (ANVA), probándose la hipótesis nula de que cada promedio de los tratamientos es igual entre sí y la hipótesis alterna que al menos uno de los tratamientos no sea igual a los demás:

- Donde  $F$  calculado es mayor a  $F$  critico se debe rechazar la hipótesis nula, ya que existen diferencia significativa entre los tratamientos.
- Donde  $F$  calculado es Menor a  $F$  critico se debe aceptar la

Hipótesis Nula, ya que no existe diferencia significativa.

Con los datos obtenidos se efectuó inicialmente un análisis de varianza al 5%, y si se encontraban diferencias significativas se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% de significancia.

Se construyeron los intervalos de confianza en las diferencias que se presentan entre las medias. Los parámetros a evaluar fueron la altura de la planta, diámetro al cuello de la planta y sobrevivencia de las plantas.

Adicionalmente se efectuó un análisis de contrastes ortogonales (Tabla 8) para:

- Evaluar el efecto de los sustratos en el incremento longitudinal de las plantasde *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios
- Evaluar el efecto de los sustratos en el incremento diamétrico de las plantasde *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios
- Evaluar el efecto de los sustratos en la supervivencia de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios.

Todos los análisis estadísticos se realizaron en el software R, en entorno de R-Studio.

**Tabla 8.** Tabla de contrastes ortogonales en el experimento.

| Contrastes | Tratamientos |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
|------------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|            | T1           | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 |
| C1         | 1            | -1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| C2         | 1            | 0  | -1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| C3         | 0            | 0  | 0  | 1  | -1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| C4         | 0            | 0  | 0  | 1  | 0  | -1 | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| C5         | 0            | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | -1 | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| C6         | 0            | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | -1  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| C7         | 0            | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1   | -2  | 0   | 0   | 0   | 0   |
| C8         | 1            | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | -3  | 0   | 0   | 0   |
| C9         | 0            | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | -3  | 0   | 0   | 0   |
| C10        | 0            | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0   | 0   | -2  | 0   | 0   | 0   |
| C11        | 0            | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | -3  | 1   | 1   | 1   |
| C12        | 1            | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | -1  | -1  | -1  |
| C13        | 0            | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0   | -1  | -1  | -1  |
| C14        | 1            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1   | 1   | -14 | 1   | 1   | 1   |

## CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### 4.1. Efecto de los Sustratos en el incremento longitudinal de las plantas de *Hevea brasiliensis*.

En la tabla 9. Se observa que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, para lo cual es necesario hacer la prueba de comparación de promedios para detectar cuál de los tratamientos son mejores (Tabla 9).

**Tabla 9.** Análisis de Varianza de altura de las plantas.

| Fuente de variación                                                      | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrado medio | F calculado | Valor de p | Significación |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|------------|---------------|
| Tratamiento                                                              | 14                 | 4 100             | 292,83         | 14,16       | 4,28E-12   | ***           |
| Error                                                                    | 45                 | 931               | 20,68          |             |            |               |
| Códigos de significación: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1 |                    |                   |                |             |            |               |

En la tabla 10 y Figura 2 se visualiza que de acuerdo a la prueba de Tukey se observó que la mayor altura (64,04 cm) se presentaron en las plantas desarrollados en el sustrato T11 compuestos por Gallinaza + Aserrín + Carbón 1:1:1 (v:v:v). Sin embargo los sustratos T15 (Turba + Vermiculita + Coco, 0,5:1:1,5, v:v:v); T12 (Turba + Vermiculita + Pini, 1:0,5:1,5, v:v:v); T13 (Turba + Vermiculita + Coco, 1:1:1, v:v:v); T9 (Estiércol + Aserrín + Carbón, 1:1:1, v:v:v); T10 (Estiércol + Aserrín + Carbón, 1:0,5:1,5, v:v:v); T14 (Turba + Vermiculita + Coco, 1:0,5:1,5, v:v:v); y T8 (Tuza + Aserrín + Carbón, 1:0,5:1,5, v:v:v); en ese orden, presentaron un desarrollo similar y superior que los demás tratamientos. La menor altura (34,84 cm) ocurrió con la mezcla Tierra + Tuza + Carbón 1:0,5:1,5 (v:v:v). Seguidamente de

los tratamientos T7 (Tuza + Aserrín + Carbón, 1:1:1, v:v:v); T6 (Tierra + Tuza + Carbón, 0,5:1:1,5, v:v:v); que tuvieron menos altura.

**Tabla 10.** Prueba de Tukey para altura de las plantas.

| Tratamientos                                           | Altura de plantas (cm) | Grupos |
|--------------------------------------------------------|------------------------|--------|
| T11                                                    | 64,04                  | a      |
| T15                                                    | 60,89                  | ab     |
| T12                                                    | 59,21                  | abc    |
| T13                                                    | 59,03                  | abc    |
| T9                                                     | 58,03                  | abc    |
| T10                                                    | 54,69                  | abcd   |
| T14                                                    | 53,90                  | abcde  |
| T8                                                     | 53,05                  | abcde  |
| T1                                                     | 50,94                  | bcde   |
| T2                                                     | 47,97                  | cdef   |
| T4                                                     | 47,76                  | cdef   |
| T3                                                     | 46,49                  | def    |
| T6                                                     | 43,16                  | efg    |
| T7                                                     | 37,24                  | fg     |
| T5                                                     | 34,84                  | g      |
| Diferencia Significativa Honesta de Tukey DSH = 11,529 |                        |        |

Por otra parte, el tratamiento T11 compuesto por (Gallinaza + Aserrín + Carbón) mostró el mayor desarrollo en las plantas con respecto a la altura de las plantas de *Hevea brasiliensis*, coincidiendo con la teoría mencionada por FENAVI (2016), esto se debe a que dicho tratamiento posee alto contenido de nutrientes y minerales esenciales para el desarrollo en altura de las plantas; tales como son el Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Figura 3).

Así como también el T11 posee el aserrín en donde según Marín (2005), este compuesto posee un PH Neutro de 7, un 38,1 % de materia orgánica y una Capacidad de Intercambio Catiónico de 35,7; en donde son propiedades muy importantes para el crecimiento de las plantas en general.

Con respecto al T15 compuesto principalmente por fibra de coco, siendo uno de los más importantes en el crecimiento de altura en las plantas de *Hevea brasiliensis*, el cual según Crespo (2012), la fibra de coco es un sustrato que retiene muy bien la humedad en el suelo, garantizando así el recurso hídrico durante épocas secas, acelerando el desarrollo de la planta,

así como también posee un PH de 5,6 siendo ácido, un CIC de 58, posee macronutrientes como el Nitrógeno, Potasio, Fósforo, micronutrientes como Magnesio, Sodio, Boro Zinc y cobre.

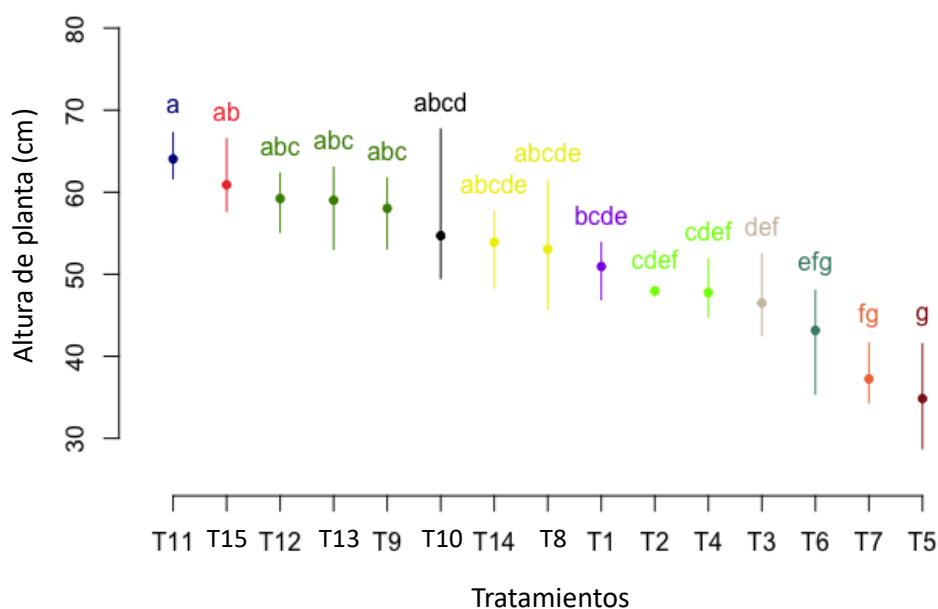


**Figura 2.** Comparación de promedios para altura de las plantas.



**Figura 3.** Medición de la altura de cada planta con ayuda de una regla métrica 1 m.

En la figura 5 y 6, se observa que en los Tratamientos a base de sustrato de T11 y T15 mostraron mayor desarrollo en altura entre 64,04 y 60,89 cm,

y los tratamientos T12, T13, T9, T10, T14, T8, T1 mostraron un desarrollo normal, y con respecto a los tratamientos T2, T4, T3, T6, T7, T5 mostraron un desarrollo inferior a los demás tratamientos.

Con respecto al tratamiento T11 (gallinaza+ Aserrín grueso + Carbón de aserrín) coincide con el estudio realizado por Ore (2022), en donde obtuvieron un mayor desarrollo de altura con respecto a otros sustratos en plantas de bolaina blanca y shaina.

Por otro lado, prácticamente coincidiendo con los resultados obtenidos de un buen desarrollo longitudinal de las plantas en *Hevea brasiliensis* en tubetes, utilizando como componentes de sustrato Fibra de Coco y Turba, en donde nos da a entender que son componentes muy ricos en nutrientes que influyen en el desarrollo enfocado a la altura de la *Hevea brasiliensis* (Borelli, 2022).

Las plantas producidas en bolsas son más grandes y desproporcionadas entre la parte aérea y la parte radicular, mientras que no es tubetes, se observa se observa un desarrollo más proporcional de la planta entre parte derecha es parte de la raíz de la planta (Trinidad, 2015).

Por otra parte tienen similitud al estudio de investigación realizado, debido a que los sustratos tuvieron influencia en el desarrollo de las plántulas de *Hevea brasiliensis* porque todo sustrato tiene un compuesto que adicionalmente influye en la composición del suelo o soporte de la planta, al momento de descomponerse los sustratos se convierten en macronutrientes y micronutrientes que ayudan al desarrollo de la planta, por otra parte según Berrocal (2011), menciona que la shiringa *Hevea brasiliensis*, “es una planta rustica, que produce mejor en condiciones de extrema acidez y toxicidad de aluminio, donde los suelos también son pobres en nutrientes”.

#### 4.2. Efecto de los sustratos en el incremento de Diámetro de las plantas de *Hevea brasiliensis*.

En la Tabla 11. De acuerdo al análisis de varianza nos demuestra que, si existieron diferencias altamente significativas para el diámetro, entre los tratamientos.

**Tabla 11.** Análisis de Varianza de diámetro de las plantas.

| Fuente                                                                   | Grados      | Suma de   | Cuadrado | F         | Valor de | Significación |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|----------|-----------|----------|---------------|
| de variación                                                             | de libertad | cuadrados | medio    | calculado | p        |               |
| Tratamiento                                                              | 14          | 95,99     | 6,86     | 11,34     | 1,77E-10 | ***           |
| Error                                                                    | 45          | 27,2      | 0,60     |           |          |               |
| Códigos de significación: 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1 |             |           |          |           |          |               |

En la tabla 12 y Figura 4 se observa que el análisis de comparaciones múltiples de Tukey mostró que las plantas desarrolladas en el sustrato T11 compuestos por Gallinaza + Aserrín + Carbón 1:1:1 (v:v:v) tuvieron mayor diámetro (9,47 mm) que las plantas de todos los otros sustratos. Los sustratos T9 (Estiércol + Aserrín + Carbón, 1:1:1, v:v:v); T12 (Turba + Vermiculita + Pini, 1:0,5:1,5, v:v:v); T13 (Turba + Vermiculita + Coco, 1:1:1, v:v:v); T15 (Turba + Vermiculita + Coco, 0,5:1:1,5, v:v:v); T10 (Estiércol + Aserrín + Carbón, 1:0,5:1,5, v:v:v); T14 (Turba + Vermiculita + Coco, 1:0,5:1,5, v:v:v); T8 (Tuza + Aserrín + Carbón, 1:0,5:1,5, v:v:v); en ese orden, presentaron un desarrollo similar y superior que los demás tratamientos. El menor diámetro (5,46 mm) ocurrió con la mezcla T6 (Tierra + Tuza + Carbón, 0,5:1:1,5, v:v:v). seguidamente de los tratamientos T7 (Tuza + Aserrín + Carbón, 1:1:1, v:v:v); T5 (Tierra + Tuza + Carbón, 1:0,5:1,5, v:v:v); que tuvieron menos altura.

**Tabla 12.** Prueba de Tukey para diámetro de las plantas.

| Tratamientos | Diámetro de plantas (mm) | Grupos |
|--------------|--------------------------|--------|
| T11          | 9,47                     | a      |
| T9           | 9,13                     | ab     |
| T12          | 8,94                     | abc    |
| T13          | 8,86                     | abc    |
| T15          | 8,57                     | abcd   |
| T10          | 8,11                     | abcde  |
| T14          | 7,95                     | abcde  |

|                                                      |      |        |
|------------------------------------------------------|------|--------|
| T8                                                   | 7,79 | abcdef |
| T2                                                   | 7,28 | bcdefg |
| T1                                                   | 6,99 | cdefg  |
| T3                                                   | 6,86 | defg   |
| T4                                                   | 6,49 | efg    |
| T5                                                   | 5,82 | fg     |
| T7                                                   | 5,75 | g      |
| T6                                                   | 5,46 | g      |
| Diferencia Significativa Honesta de Tukey DSH = 1,97 |      |        |

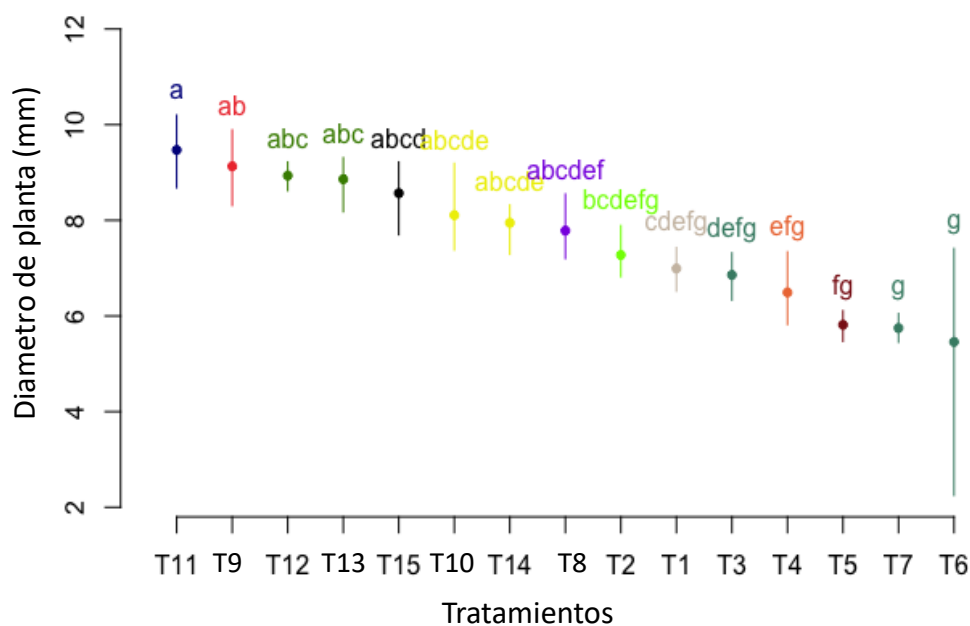


**Figura 4.** Comparación de promedios para el diámetro de las plantas.

En la figura 7. Se observa que los tratamientos T11 y T9 son los que mostraron resultados con mayor desarrollo de diámetro, los tratamientos T2, T13, T15, T10, mostraron un desarrollo de diámetro normal, y el resto de los tratamientos presentaron un desarrollo mínimo dando a entender que la composición de los sustratos no es muy buena para el desarrollo de diámetro. Por consiguiente, con respecto a los diámetros es similar a las plantas de *Hevea brasiliensis* que poseían sustratos a base de fibra de coco y turba tenían un mayor diámetro, estudio realizado en Brasil en tubetes con sistemas de riego (Borelli, 2022).



**Figura 5.** Medición del diámetro en la base de las plantas con ayuda del vernier digital.

En la Figura 5. Se visualiza la medición que se realizó a cada una de las plantas para obtener el desarrollo correspondiente al diámetro de a plántula, siendo muy importante para el monitoreo o control de crecimiento en el transcurso del tiempo.

#### **4.3. Efecto de los Sustratos en la Supervivencia de las plantas de *Hevea brasiliensis*.**

En la figura 6 se aprecia que, si existió un buen nivel de supervivencia en lo tratamientos T1, T3, T4, T11, T12, T13, T14, T8, T9, T10, T15 y T2. Mientras tanto en los tratamientos T6, T7 y T5 se observó baja supervivencia inferior al 70%, incluso el T5 llega a un 30% obteniéndose un nivel más bajo, podemos inferir que los sustratos T6, T7 y T5 no permiten un desarrollo rápido y precoz de las plantas, se retarda el crecimiento en cuanto a altura y diámetro por lo que no se recomienda usar este tipo de sustratos para futuras investigaciones o trabajos en este caso en viveros de plantas de shiringa (Tabla 13,14 y 15).

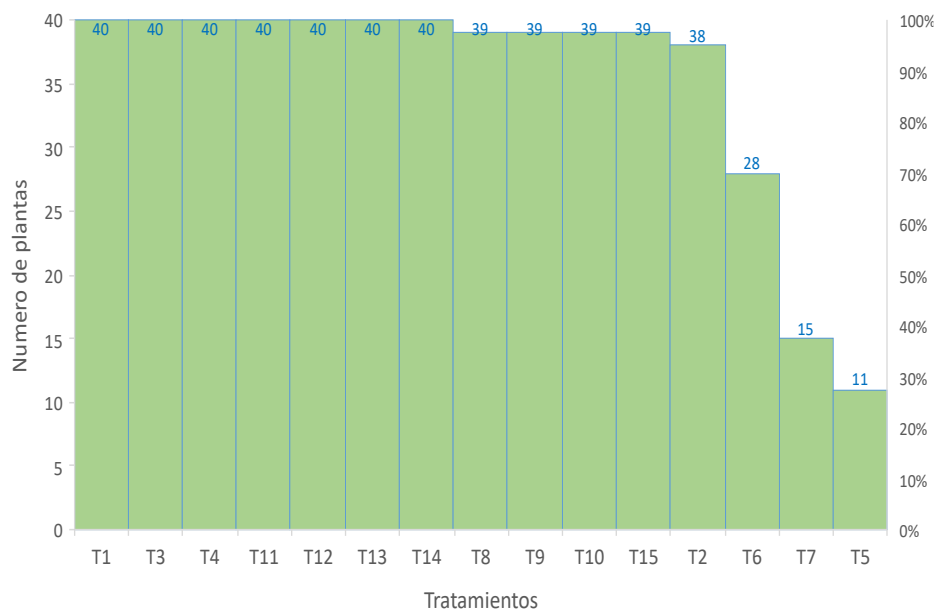


**Figura 6.** Supervivencia de plantas por tratamiento de sustrato.

Debido a que la gran mayoría de nuestros tratamientos o sustratos del presente trabajo de investigación poseen dentro de sus compuestos el aserrín, carbón o corteza, se obtuvo una similitud con el estudio de Villacorta (2021), en donde demostraron que la corteza de bolaina y pollinaza influyen en la supervivencia de *Calycophyllum spruceanum* (capirona), que también es una especie de bosque tropical al igual que la shiringa.

Por otro lado, con respecto a los tratamientos T13 y T14 de las cuales dentro de sus compuestos esta la fibra de coco coincide con el estudio realizado por Loyola (2019), en donde obtuvieron mayor producción de plantones de capirona (*Calycophyllum spruceanum*), en donde también utilizaron los mismos envases de tubetes para la producción de plántulas a gran escala.

Con respecto a los tratamientos T1, T3 y T4 que dentro de su compuesto poseen insumos de tierra coinciden con los estudios realizados por Guerra (2019), donde obtuvieron mejores resultados de supervivencia o prendimiento utilizando el sustrato a base de materia orgánica para la producción de plantones de plátano.

Así como también con respecto al tratamiento T11 que dentro de sus compuestos del sustrato poseen un tipo de carbón, coincide con el estudio de Cusi (2013), en donde encontraron que el carbón de cascarilla de arroz influye positivamente en el desarrollo de sus parámetros morfológicos garantizando una producción muy aceptable en la especie de castaña (*Bertholletia excelsa*).

**Tabla 13.** Análisis de contrastes ortogonales – Longitudinal.

| Fuente             | Grados      | Suma de          | Cuadrado       | F             | F tabulado   | Significaci<br>ón |
|--------------------|-------------|------------------|----------------|---------------|--------------|-------------------|
| de variación       | de libertad | cuadrados        | medio          | calculado     | 5%           |                   |
| <b>Tratamiento</b> | <b>14</b>   | <b>4 100,000</b> | <b>292,830</b> | <b>14,160</b> | <b>1,868</b> | <b>**</b>         |
| Contraste1         | 1           | 1,097            | 1,097          | 0,053         | 4,059        | ns                |
| Contraste2         | 1           | 2,470            | 2,470          | 0,119         | 4,059        | ns                |
| Contraste3         | 1           | 20,866           | 20,866         | 1,009         | 4,059        | ns                |
| Contraste4         | 1           | 2,648            | 2,648          | 0,128         | 4,059        | ns                |
| Contraste5         | 1           | 31,235           | 31,235         | 1,510         | 4,059        | ns                |
| Contraste6         | 1           | 1,390            | 1,390          | 0,067         | 4,059        | ns                |
| Contraste7         | 1           | 9,830            | 9,830          | 0,475         | 4,059        | ns                |
| Contraste8         | 1           | 21,655           | 21,655         | 1,047         | 4,059        | ns                |
| Contraste9         | 1           | 56,090           | 56,090         | 2,712         | 4,059        | ns                |
| Contraste10        | 1           | 33,000           | 33,000         | 1,596         | 4,059        | ns                |
| Contraste11        | 1           | 0,305            | 0,305          | 0,015         | 4,059        | ns                |
| Contraste12        | 1           | 33,642           | 33,642         | 1,627         | 4,059        | ns                |
| Contraste13        | 1           | 96,250           | 96,250         | 4,654         | 4,059        | *                 |
| Contraste14        | 1           | 16,289           | 16,289         | 0,788         | 4,059        | ns                |
| Error              | 45          | 931              | 20,68          |               |              |                   |

**Tabla 14.** Cuadro de contrastes ortogonales – Longitudinal

| Contraste<br>s | Tratamientos |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                | T1           | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T7   | T8   | T9   | T10  | T11  | T12  | T13  | T14  | T15  |
| C1             | 1            | -1   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C2             | 1            | 0    | -1   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C3             | 0            | 0    | 0    | 1    | -1   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C4             | 0            | 0    | 0    | 1    | 0    | -1   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C5             | 0            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | -1   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C6             | 0            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | -1   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C7             | 0            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | -2   | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C8             | 1            | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | -3   | 0    | 0    | 0    |
| C9             | 0            | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | -3   | 0    | 0    | 0    |
| C10            | 0            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | -2   | 0    | 0    | 0    |
| C11            | 0            | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | -3   | 1    | 1    | 1    |
| C12            | 1            | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | -1   | -1   | -1   |
| C13            | 0            | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | -1   | -1   | -1   |
| C14            | 1            | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | -14  | 1    | 1    | 1    |
| Altura         | 50,9         | 48,0 | 46,5 | 47,8 | 34,8 | 43,2 | 37,2 | 53,0 | 58,0 | 54,7 | 64,0 | 59,2 | 59,0 | 53,9 | 60,9 |

**Tabla 15.** Análisis de contrastes ortogonales – Diámetro.

| Fuente       | Grados      | Suma de   | Cuadrado | F         | F     | Significación |
|--------------|-------------|-----------|----------|-----------|-------|---------------|
| de variación | de libertad | cuadrados | medio    | calculado | 5%    |               |
| Tratamiento  | 14          | 95,990    | 6,856    | 11,340    | 1,868 | **            |
| Contraste1   | 1           | 0,010     | 0,010    | 0,000     | 4,059 | ns            |
| Contraste2   | 1           | 0,002     | 0,002    | 0,000     | 4,059 | ns            |
| Contraste3   | 1           | 0,057     | 0,057    | 0,002     | 4,059 | ns            |
| Contraste4   | 1           | 0,134     | 0,134    | 0,005     | 4,059 | ns            |
| Contraste5   | 1           | 0,519     | 0,519    | 0,019     | 4,059 | ns            |
| Contraste6   | 1           | 0,131     | 0,131    | 0,005     | 4,059 | ns            |
| Contraste7   | 1           | 0,121     | 0,121    | 0,004     | 4,059 | ns            |
| Contraste8   | 1           | 0,672     | 0,672    | 0,025     | 4,059 | ns            |
| Contraste9   | 1           | 1,703     | 1,703    | 0,063     | 4,059 | ns            |
| Contraste10  | 1           | 0,784     | 0,784    | 0,029     | 4,059 | ns            |
| Contraste11  | 1           | 0,043     | 0,043    | 0,002     | 4,059 | ns            |
| Contraste12  | 1           | 0,753     | 0,753    | 0,028     | 4,059 | ns            |
| Contraste13  | 1           | 2,413     | 2,413    | 0,089     | 4,059 | ns            |
| Contraste14  | 1           | 0,504     | 0,504    | 0,019     | 4,059 | ns            |
| Error        | 45          | 27,2      | 0,604    |           |       |               |

**Tabla 16.** Cuadro de contrastes ortogonales – Diámetro

| Contrastes | Tratamientos |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |
|------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
|            | T 1          | T 2 | T 3 | T 4 | T 5 | T 6 | T 7 | T 8 | T 9 | T1 0 | T1 1 | T1 2 | T1 3 | T1 4 | T1 5 |
| C1         | 1            | -1  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C2         | 1            | 0   | -1  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C3         | 0            | 0   | 0   | 1   | -1  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C4         | 0            | 0   | 0   | 1   | 0   | -1  | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C5         | 0            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | -1  | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C6         | 0            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | -1   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C7         | 0            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1    | -2   | 0    | 0    | 0    | 0    |
| C8         | 1            | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | -3   | 0    | 0    | 0    |
| C9         | 0            | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | -3   | 0    | 0    | 0    |
| C10        | 0            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0    | 0    | -2   | 0    | 0    | 0    |
| C11        | 0            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | -3   | 1    | 1    | 1    |
| C12        | 1            | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | -1   | -1   | -1   |
| C13        | 0            | 0   | 0   | 1   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0    | -1   | -1   | -1   |
| C14        | 1            | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1    | 1    | -14  | 1    | 1    | 1    |
| Diámetro   | 7,0          | 7,3 | 6,9 | 6,5 | 5,8 | 5,5 | 5,7 | 7,8 | 9,1 | 8,1  | 9,5  | 8,9  | 8,9  | 7,9  | 8,6  |

En la Tabla 17. Se puede observar los 3 diferentes colores en donde el azul corresponde a un excelente efecto, el verde claro un buen efecto y el anaranjado significa que es un efecto deficiente. En donde el tratamiento T11 compuesto por Gallinaza + Aserrín grueso + Carbón de aserrín mostraron tener un excelente efecto en los 3 criterios de evaluación que son la altura, diámetro y supervivencia de las plantas de *Hevea brasiliensis*, el cual se corrobora con (Vásquez, 2019),

**Tabla 17.** Cuadro de consolidado del efecto de los sustratos en la longitud, diámetro y supervivencia de los plantones.

| TRATAMIENTOS | COMBINACIÓN DE SUSTRATOS                         | EFFECTO EN EL INCREMENTO LONGITUDINAL DE <i>Hevea brasiliensis</i> | EFFECTO EN EL INCREMENTO DE DIÁMETRO DE <i>Hevea brasiliensis</i> | EFFECTO EN LA SUPERVIVENCIA DE <i>Hevea brasiliensis</i> |
|--------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| T1           | Tierra + Estiércol de ganado + Carbón de aserrín |                                                                    |                                                                   |                                                          |
| T2           | Tierra + Estiércol de ganado + Carbón de aserrín |                                                                    |                                                                   |                                                          |

|     |                                                          |  |  |  |
|-----|----------------------------------------------------------|--|--|--|
| T3  | Tierra + Estiércol de ganado + Carbón de aserrín         |  |  |  |
| T4  | Tierra + Tuza de maíz + carbón de aserrín                |  |  |  |
| T5  | Tierra + Tuza de maíz + carbón de aserrín                |  |  |  |
| T6  | Tierra + Tuza de maíz + carbón de aserrín                |  |  |  |
| T7  | Tuza de maíz + Aserrín grueso + carbón de aserrín        |  |  |  |
| T8  | Tuza de maíz + Aserrín grueso + carbón de aserrín        |  |  |  |
| T9  | Estiércol de ganado + Aserrín grueso + carbón de aserrín |  |  |  |
| T10 | Estiércol de ganado + Aserrín grueso + carbón de aserrín |  |  |  |
| T11 | Gallinaza + Aserrín grueso + carbón de aserrín           |  |  |  |
| T12 | Turba + vermiculita + Corteza de pino                    |  |  |  |
| T13 | Turba + vermiculita + Fibra de coco                      |  |  |  |
| T14 | Turba + vermiculita + Fibra de coco                      |  |  |  |
| T15 | Turba + vermiculita + Fibra de coco                      |  |  |  |

Según los resultados de la presente investigación, viendo la tabla 17, los tratamientos T12,T13,T14 y T15 poseen dentro de su composición los sustratos de Turba y Fibra de coco en donde tienen un excelente y buen efecto sobre el desarrollo de las plantas, resultados que concuerdan con lo obtenido por (Borelli, 2022), en donde los sustratos a base de Fibra de coco y Turba daban una buen desarrollo positivo en altura y diámetro a las plantas de *Hevea brasiliensis*, así como también explicaron que la fibra de coco y turba tenían mayores capacidades de retención de agua cuando se aplicaba el riego.

en su estudio realizado acerca de la concentración de macro elementos NPK en donde demuestra que el estiércol de gallinaza posee alto nivel de concentración de Nitrógeno, Fosforo y Potasio que son muy buenos para el desarrollo de las plantas. Por otro lado, difiere al estudio de (Castillo, 2013), en donde el sustrato compuesto por gallinaza presento efectos inferiores negativos en el desarrollo morfológico de diámetro y altura de la planta *Moringa oleífera*, por ende, podemos decir que la gallinaza no tiene

el mismo.

Así mismo concuerda con los resultados de (Trinidad, 2015), en donde utilizaron los sustratos de Turba, Vermiculita y fibra de coco, apreciando que estos sustratos utilizados en Tubetes brindaban un mejor desarrollo en las plantas *Hevea brasiliensis* en comparación con los otros sustratos y las bolsas plásticas.

Ahora con respecto al efecto longitudinal en la tabla 13, los tratamientos T1, T9 y T10 son los que tuvieron buen efecto en el desarrollo longitudinal de las plantas, el cual dentro de su compuesto poseen el estiércol de ganado, sustrato que fue utilizado también por (Cobas, 2020), al igual obtuvo resultados semejantes de buen desarrollo morfológico de diámetro, altura y crecimiento de raíces en las plantas de *Lysiloma sabicu Benth* empleando la tecnología de tubetes.

Por último, coincide con los resultados de Pinchi (2009), en donde encontraron que el bocashi no tiene influencia en el desarrollo de las plantas de *Bertholletia excelsa*, pero observaron que el testigo conformado por bagazo de caña, cascarilla de arroz carbonizado y arena de río, influye significativamente en el crecimiento de plántulas de Castaña.

Consolidando todos los resultados deducimos que hay tratamientos que son más para el desarrollo longitudinal, otros influyen más en el desarrollo de diámetro y otros en la supervivencia, en ahí se comprende que se deben utilizar algunos tratamientos en inicio de las plantas y otros ya cuando estén plantados en campo definitivo, podemos utilizarlos tratamientos que influyen en el grosor para fines de producción de látex o incrementar el volumen comercial de las maderas en plantaciones.

## CONCLUSIONES

Los efectos que se ha podido observar respecto al incremento longitudinal de las plantas de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios fue que al usar el tratamiento T11 compuesto por los sustratos de gallinaza, aserrín y carbón se obtuvo un mayor desarrollo longitudinal sin embargo al usar el tratamiento T5 compuesto por los sustratos de tierra, tuza y carbón el desarrollo longitudinal fue menor.

Los efectos que se ha podido observar respecto al incremento diámetro de las plantas de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios fue que al usar el tratamiento T11 compuesto por los sustratos de gallinaza, aserrín y carbón se obtuvo un mayor diámetro sin embargo al usar los tratamientos T6 y T7 compuesto por los sustratos de tierra, tuza y carbón el desarrollo del diámetro fue menor.

Los efectos de los sustratos que se ha podido observar en la supervivencia de *Hevea brasiliensis* a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios fueron que en los tratamientos T1, T3, T4, T11, T12, T13, T14, T8, T9, T10 y T15 hubo mayor supervivencia (del 95% al 100%) Mientras tanto en los tratamientos T6, T7 y T5. Se tiene una supervivencia baja inferior al 70%, incluso el T5 llega a un 30% obteniéndose un nivel más bajo.

## **SUGERENCIAS**

De la tesis de investigación desarrollada y después de realizar todos los procesos que esta conlleva se puede sugerir lo siguiente:

- Utilizar los sustratos del tratamiento T11 compuesto por los sustratos de gallinaza, aserrín y carbón en viveros tecnificados para un mayor resultado en el desarrollo longitudinal
- Utilizar los sustratos del tratamiento T11 compuesto por los sustratos de gallinaza, aserrín y carbón en viveros tecnificados para un mayor crecimiento del diámetro de las plantas.
- Utilizar los sustratos de los tratamientos T1, T3, T4, T11, T12, T13, T14, T8, T9, T10 y T15 para garantizar una mayor sobrevivencia en viveros tecnificados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALARCÓN Aguirre, CANAHUIRE Robles, GUEVARA DUAREZ, F.M., RODRÍGUEZ Achata, L., GALLEGOS CHACÓN, L.E. y GARATE-QUISPE, J. Dynamics of forest loss in the southeast of the Peruvian Amazon: A case study in Madre de Dios. *Ecosistemas*, vol. 30, no. 2, pp. 1-11. 2021. ISSN 16972473. DOI 10.7818/ECOS.2175.

ALLAIRE Leung, CARON, J. y PARENT, L.E.,. Changes in physical properties of peat substrates during plant growth. *Canadian Journal of Soil Science*, 1999. vol. 79, no. 1, pp. 137-139. ISSN 00084271. DOI 10.4141/S98-060.

AZABACHE, L.M. *Proyecto de factibilidad para la producción de caucho natural (Hevea Brasiliensis) en el municipio de Puerto Carreño Vichada* [en línea4]. S.l.: Universidad de La Salle. 2012. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/21817>.

BERROCAL, S. Relación de las Propiedades Físico-Químico de los Suelos con la Productividad de Látex de clones de hevea brasiliensis muell arg. En las Provincias de Tahuamanu y Tambopata-Madre de Dios. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. 2011.

BONADIE Marques, J.R., FERREIRA Santos, R.M. y CARVALHO Santos, R.,. Diversidade genética entre acessos clonais de seringueira (*Hevea spp.*) utilizando marcadores moleculares RAPD. *Agrotrópica (Itabuna)*, 2016. vol. 28, no. 1, pp. 5-12. ISSN 01033816. DOI 10.21757/0103-3816.2016v28n1p5-12.

BORELLI, Karla. Desenvolvimento de mudas de Hevea brasiliensis produzidas em tubetes sob diferentes substratos e lâminas de irrigação. Congreso Forestal Brasileiro, Universidad estadual Paulista Faculdade de Engenharia Florestal, Brasil. 2022. 2pp.

CASTILLO, Martinez,. Influencia de tres sustratos orgánicos en algunos parámetros morfológicos de moringa oleífera (acacia blanca) obtenida en viveros de contenedores. Universidad de Pinar del Rios, CUBA, 2013. 12 pp.

CORVERA Gomringer, DEL CASTILLO TORRES, D., PALOMINO, W.S., CUSI AUCA, E. y CANAL Zamora, A., *La Castaña Amazonica (Bertholletia excelsa)*. 2010. [en línea]. 1Era Edici. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/139>.

COBAS, M. Comportamiento de los parámetros morfológicos de calidad de la planta de Lysiloma sabicu Benth. en vivero sobre sustratos orgánicos. Universidad de Pinar del Río, Cuba. 2020. 12pp. ISSN: 1996–2452

CRONQUIST, Arthur. *An integrated system of classification of flowering plants*. Nueva York: Columbia University Press. 1981.

CRESPO, E. Sustratos en la horticultura. Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, México. 2012.10 p.

CUSI , Edgar. *Influencia de 12 sustratos en el crecimiento de Bertholletia excelsa H.B.K. en el vivero El Castañal, Tambopata Madre de Dios* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios, 2013. Disponible en: <http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/94/004-2-3-019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

DOMINGUEZ-LERENA, S., HERRERO SIERRA, N., CARRASCO MANZANO, I., OCAÑA BUENO, L., PEÑUELAS RUBIRA, J.L. y MEXAL, J.G.,. Container characteristics influence Pinus pinea seedling development in the nursery and field. *Forest Ecology and Management* 2006 [en línea], Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112705004974>.

FALCON OCONOR, E., COBAS LÓPEZ, M., BONILLA VICHOT, M., RODRIGUEZ LEYVA, O. y ROMERO CASTILLO, C.V.,. Influencia del sustrato en la calidad de la planta *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq. cultivada en tubetes. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*. 2019 [en línea], vol. 7, no. 3, pp. 283-296. Disponible en: <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/422>.

FENAVI (Federación Nacional de Avicultores de Colombia). Manejo de la gallinaza y su utilización como abono en la agricultura. Bioseguridad Avícola del Galpón a la Mesa. 2016.

GUERRA, Miguel. Tecnología de propagación vegetativa de variedades de plátano (*musa paradisiaca* L.), en condiciones de vivero de Tambopata - región de Madre de Dios. Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua, 2019.

GIRALDO, R, 2021. Evaluación de la mezcla de gallinaza con materiales carbonados para la producción de abono orgánico de uso agrícola. Universidad Católica de Oriente, Ciencias Agropecuarias e Ingeniería ambiental. Colombia. 18 pp.

GONZÁLEZ, Kaiser. *Comparación entre la bolsa y el "cono macetero" o "tubete" en la producción de plantas de café* [en línea]. S.l.: El Zamorano. 2001 Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1366/1/CPA-2001-T043.pdf>.

IIES (Instituto de Estudios Económicos y Sociales). Fabricación de productos de caucho. REPORTE SECTORIAL N° 05 –2018

IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana). *Evaluación Económica del Aprovechamiento del jebe silvestre (Hevea brasiliensis) en Madre de Dios*. 2009. [en línea]. Iquitos: s.n. ISBN 9789972667619. Disponible en: <http://iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/PUBL816.pdf>.

IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana). Manual vivero

forestal para producción de plántones de especies forestales nativas: experiencia en Molinopampa, Amazonas – Perú. 2014.

KÖBRICH, C., REHMANB, T. y KHANC, M.,. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. 2003. *Agricultural Systems* [en línea], vol. 76, no. 1, pp. 141-157. DOI 10.1016/S0308-521X(02)00013-6. Disponible en: <http://centaur.reading.ac.uk/8797/>.

LANDIS, T.D., TINUS, R.W., MCDONALD, S.E. y BARNETT, J.P.,. Containers and growing media. *The container tree nursery manual*. 1990. Washintong: US Department of Agriculture, pp. 41-85.

LOYOLA, Olga. Efecto de cuatro tipos de sustrato en la producción de plántones de capirona (*Calycophyllum spruceanum*) en el Vivero Forestal de Cervecería San Juan S.A, Ucayali - Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, 2019.

MARIN, G. Uso de aserrín y acúculas como sustrato de germinación y crecimiento de *Quercus Humboldtii* (roble). Colombia Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. 2005.

MATHERS, H.M., LOWE, S.B., SCAGEL, C., STRUVE, D.K. y CASE, L.T.,. Abiotic Factors Influencing Root Growth of Woody Nursery Plants in Containers. [en línea], vol. 17, no. Junio, pp. 12. 2007 Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/329663027\\_Abiotic\\_Factors\\_Influencing\\_Root\\_Growth\\_of\\_Woody\\_Nursery\\_Plants\\_in\\_Containers](https://www.researchgate.net/publication/329663027_Abiotic_Factors_Influencing_Root_Growth_of_Woody_Nursery_Plants_in_Containers).

MEXAL y LANDIS. Target seedling concepts: height and diameter. En: ROSE, CAMPBELL y LANDIS. (eds.) Target Seedling Symposium: Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations. 1990. 13-17 agosto, Roseburg, Oregon, USA: pp 17-35.

MONTUFAR Perez. *Evaluación de la tecnología de tubetes para la producción de patrones de Hevea brasiliensis Muell. Euphorbiaceae “Hule*

" en Santa Ana, Mixpilla, San Miguel Panan, Suchitepequez [en línea]. S.l.: Universidad de San Carlos de Guatemala. 2013. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2046/1/22Tg%28478%29Agr>.

MORENO, E.,. Crecimiento y desarrollo de plantas. El mundo de la biología y Fundación Empresas Polar. 2018. 8 pp

NOVOA, J. Evaluación de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de Caña guadua (*Guadua angustifolia*) en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos. 2014. Tesis de grado para optar el título de Ing. Agrónomo en la universidad de Babahoyo – Ecuador.

ORE, Luis. Efecto de sustrato orgánico en crecimiento de plantulas de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) y shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins). San Martin, 2022.

PEÑA, Joel. *Sustentabilidad de los sistemas agroforestales en la provincia de Tambopata, Madre de Dios* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Agraria La Molina. 2019. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3922/peña-valdeiglesias-joel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PINCHI, Harry. Efecto de diferentes dosis de bocashi em, sobre el crecimiento en vivero de plantas de castaña (*Bertholletia excelsa* hbk.), producidas en tubetes. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria, 2009.

RIOJA, Dely. Efectos del sustrato no convencional y tubete en la biometría de plantones de *Dipteryx* sp (shihuahuaco). Universidad Nacional de Ucayali, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Pucallpa - Perú. 2022. 62 pp.

ROJAS GUTIERREZ, G.E. y DIAZ ZÚÑIGA, E.,. Implemetacion de un vivero de alta tecnologia para la produccion de material genetico de especies forestales exoticas y nativas en la zona de Pucallpa. Ucayali, Perú. 2018. *Pakistan Research Journal of Management Sciences* [en línea],

vol. 7, no. 5, pp. 13. ISSN 09596526. Disponible en: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4169>.

RUANO Martinez. *Viveros forestales. Manual de Cultivo y Proyectos*. Madrid: Mundiprensa. 2008.

SALTO, C.S., GARCÍA, M. de los A. y HARRAND, L. Influencia de diferentes sustratos y envases sobre variables morfológicas de dos especies de *Prosopis* en vivero. *Quebracho*. 2013. [en línea], vol. 21, no. 1, pp. 86-88. Disponible en: <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/v21n2a04.pdf>.

SHABBIR, I., SAMAD, M.Y.A., OTHMAN, R., WONG, M.-Y., SULAIMAN, Z., JAAFAR, N.M. y BUKHARI, S.A.H. Impact of microorganism inoculation on growth and Si accumulation in rubber seedlings. 2021. *Journal of Rubber Research* [en línea], vol. 24, no. 3. DOI 10.1007/s42464-021-00117-4. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s42464-021-00117-4>.

SOLÍS FUENTES, J.A., MORALES TÉLLEZ, M., AYALA TIRADO, R.C. y DURÁN DE BAZÚA, M.D.C. Obtención de carbón activado a partir de residuos agroindustriales y su evaluación en la remoción de color del jugo de caña Activated carbon from agroindustrial wastes for color removal from sugarcane juice. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portuga*. 2012. [en línea], vol. 27, no. 1, pp. 36-48. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48224413006>.

STRAUCH, Stange. Desarrollo de plantas de Roble-Raulí (tipo 1-1) durante el primer periodo vegetativo y costos asociados al proceso. Tesis 54 Ing. For. Fac. de Cs. Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 2001.

TAPIERO, Anibal. Modelo productivo para el cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis*) (Willd. ex A. Juss.) Mull. Arg. en Colombia, con énfasis en la Orinoquia y el Magdalena Medio. Minagricultura, Mosqueira-Colombia. 2018. 196 pp.

TRINADAD, Santiago. Sustratos y tamaños de contenedor en el desarrollo de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. en vivero. 2015. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* Vol.6 (31): 94-113.

VELARDE Katayama, N.G., VASQUEZ, T., DEL CASTILLO, D. y MATTOS, L.L. El cultivo de la Shiringa en Madre de Dios. [en línea], 2010. pp. 60. Disponible en: <https://repositorio.iiap.gob.pe/handle/20.500.12921/402>.

VELARDE Katayama, N.G. y VASQUEZ Zavaleta, T.,. Prospeccion e identificacion de arboles plus de Shiringa (*Hevea* spp) en rodales naturales de la Provincia de Tahuamanu Peru. *Diversidad Amazonica*. 2009. [en línea], vol. 2. Disponible en: [file:///C:/Users/SISETEC/Desktop/semestre 2018\\_1/z\\_hevea brasiliensis/60-244-1-PB.pdf](file:///C:/Users/SISETEC/Desktop/semestre%2018_1/z_hevea%20brasiliensis/60-244-1-PB.pdf).

VÁSQUEZ, J, Evaluación de la concentración de N, P, K de cuatro sustratos obtenidos por compostaje aerobio en la Provincia y Región de San Martín 2018. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingenieria, Tarapoto-Perú. 2019. 107 pp.

VELÁSQUEZ, S.M. y GIRALDO, D.H., 2014. Caracterización y evaluación del tiempo de vulcanización de caucho natural colombiano obtenido de tres variedades clonales de *hevea brasiliensis*. *Ingeniería Y Competitividad*, vol. 16, no. 2, pp. 225-233. ISSN 0123-3033. DOI 10.25100/iyc.v16i2.3697.

VILLACORTA, Gladys. Efecto de sustratos en la sobrevivencia, crecimiento y calidad de plantas clonadas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex Schum. (capirona) en vivero, Ucayali. Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. Perú, 2021.

ALMEIDA, A.-A. F. DE, & VALLE, R. R. (2007). Ecophysiology of the cacao tree. In A.-A. F. de Almeida & R. R. Valle, *Brazilian Journal of Plant Physiology* (Vol. 19, Issue 4, p. 425). SciELO. <https://doi.org/10.1590/s1677-04202007000400011>

KHIN, A. A., BIN, R. L. L., KEONG, O. C., YIE, F. W., & LIANG, N. J. (2019).

CRITICAL FACTORS OF THE NATURAL RUBBER PRICE INSTABILITY IN THE WORLD MARKET. In A. A. Khin, R. L. L. Bin, O. C. Keong, F. W. Yie, & N. J. Liang, *Humanities & Social Sciences Reviews* (Vol. 7, Issue 1, p. 199). <https://doi.org/10.18510/hssr.2019.7124>

REIS, V. H. DE O. T., RODRIGUES, B. M., FILHO, P. S. L., CAZARIN, C. B. B., RAFACHO, B. P. M., & SANTOS, E. E. F. DOS. (2022). Biotechnological potential of *Hancornia speciosa* whole tree: A narrative review from composition to health applicability [Review of Biotechnological potential of *Hancornia speciosa* whole tree: A narrative review from composition to health applicability]. *Heliyon*, 8(10). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11018>

SILVA, S. H. T. E, SILVA, L. B. DA, EISNER, P., & BADER-MITTERMAIER, S. (2022). Production of Protein Concentrates from Macauba (*Acrocomia aculeata* and *Acrocomia totai*) Kernels by Sieve Fractionation. In S. H. T. e Silva, L. B. da Silva, P. Eisner, & S. Bader-Mittermaier, *Foods* (Vol. 11, Issue 22, p. 3608). Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/foods11223608>

UNDA, S. B. (2019). Propiedades de algunos suelos cultivados con cacao en la provincia El Oro, Ecuador. In S. B. Unda, *CienciaUAT* (Vol. 14, Issue 1, p. 155). Autonomous University of Tamaulipas. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1210>

VILLACORTA, C. D. A., FLORES, M. A. M., GARCÍA, A. R., LOZANO, R. B., & MONTEJO, D. A. (2021). Growing of cacao seedlings (*Theobroma cacao*) in the nursery, using different volumes of substrate. In C. D. A. Villacorta, M. A. M. Flores, A. R. García, R. B. Lozano, & D. A. Montejó, *Manglar* (Vol. 18, Issue 3, p. 261). <https://doi.org/10.17268/manglar.2021.034>

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de Operacionalización de las Variables

| DEFINICIÓN CONCEPTUAL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | DEFINICIÓN OPERACIONAL                                                                    | DIMENSIONES   | INDICADORES             | ÍTEMS |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------|-------|
| <p>Variable independiente</p> <p>Sustratos:</p> <p>Un sustrato es cualquier material sólido, ya sea sintético, residual, mineral u orgánico, que difiere del suelo natural. Cuando se coloca en un contenedor, ya sea en forma pura o en mezcla, este sustrato permite la fijación del sistema radicular de la planta, desempeñando así un papel fundamental de soporte para la misma.</p> | <p><b>Sustrato:</b></p> <p>Es un medio por lo cual se desarrollan las plantas.</p>        | Ti:Es:Ca      | T1                      | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Ti:Es:Ca      | T2                      | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Ti:Es:Ca      | T3                      | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Ti:Tz:Ca      | T4                      | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Ti:Tz:Ca      | T5                      | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Ti:Tz:Ca      | T6                      | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Tz:As:Ca      | T7                      | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Tz:As:Ca      | T8                      | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Es:As:Ca      | T9                      | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Es:As:Ca      | T10                     | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Ga:As:Ca      | T11                     | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Tu:Ve:Pi      | T12                     | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Tu:Ve:Fc      | T13                     | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Tu:Ve:Fc      | T14                     | 27    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Tu:Ve:Fc      | T15                     | 27    |
| <p>Variable dependiente</p> <p>Crecimiento</p> <p>El crecimiento es la cantidad de incremento biológico y se mide a través del tiempo. Es el resultado de procesos biológicos mediante los cuales la materia viva normalmente aumenta de tamaño.</p>                                                                                                                                       | <p><b>Crecimiento:</b></p> <p>Es el aumento de tamaño y cantidad a través del tiempo.</p> | Tiempo        | Días                    | 16,17 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Longitud      | Altura (cm)             | 16,17 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           | Diámetro      | DAC (MM)                | 16,17 |
| <p>Desarrollo</p> <p>Son modificaciones que ocurren de manera unidireccional en la vida de un individuo, desde su existencia como una sola célula hasta su desarrollo como una unidad multifuncional, culminando en la muerte.</p>                                                                                                                                                         | <p><b>Desarrollo:</b></p> <p>Es un proceso de desenvolvimiento.</p>                       | Supervivencia | Número de plantas vivas | 16,17 |

Anexo 2: Matriz De Consistencia De La Investigación

**TITULO: “EVALUACIÓN DE 15 TIPOS DE SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO INICIAL DE SHIRINGA *Hevea brasiliensis* (Willd. Ex A. Juss) Muell. Arg. A NIVEL DE TUBETES EN TAMBOPATA, MADRE DE DIOS”**

| PROBLEMA                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | OBJETIVOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | HIPÓTESIS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | VARIABLES/<br>DIMENSIONES                                                                                                                                                       | INDICADORES                                                                          | METODOLOGÍA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es el efecto de 15 tipos de sustratos en el crecimiento y desarrollo de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios?</p> <p>Problema Específicos</p> <p>¿Cuál es el efecto de 15 tipos de sustratos en el incremento longitudinal de las plantas de</p> | <p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Evaluar el efecto de 15 tipos de sustratos en el crecimiento y desarrollo de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <p>Evaluar el efecto de los 15 tipos de sustratos en el incremento longitudinal de las plantas de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en</p> | <p><b>Hipótesis General:</b></p> <p>Ha: la evaluación de los 15 tipos de sustrato contribuye positivamente en un mejor crecimiento y desarrollo de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios</p> <p>Ho: la evaluación de los 15 tipos de sustrato no contribuye positivamente en un mejor crecimiento y desarrollo de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios</p> <p><b>Hipótesis Específicos</b></p> <p>Ha: Los efectos de los 15 tipos de sustratos influyen en el incremento longitudinal de las plantas de las plantas de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios.</p> <p>Ho: Los efectos de los 15 tipos de sustratos no influyen en el incremento longitudinal de las plantas de las plantas</p> | <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Sustratos<br/>Tiempo</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Desarrollo de las plantas de shiringa.<br/>Supervivencia de plantas.</p> | <p>Cantidad (Kg)<br/>Días</p> <p>Longitud y diámetro<br/>Número de plantas vivas</p> | <p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Explicativo y predictivo (experimental)</p> <p><b>Método de Investigación</b></p> <p>Científico</p> <p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>Diseño experimental DCA<br/>Diseño Completamente Aleatorizado, con 15 tratamientos conformados por 600 plantas</p> <p><b>Técnicas</b></p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios?</p> <p>¿Cuál es el efecto de 15 tipos de sustratos en el incremento diamétrico de las plantas de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios?</p> <p>¿Cuál es el efecto de 15 tipos de sustratos en la supervivencia de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios?</p> | <p>Tambopata, Madre de Dios</p> <p>Evaluar el efecto de los 15 tipos de sustratos en el incremento diamétrico de las plantas de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios</p> <p>Evaluar el efecto de los 15 tipos de sustratos en la supervivencia de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios</p> | <p>de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios.</p> <p>Ha: Los efectos de los 15 tipos de sustratos influyen en el incremento diamétrico de las plantas de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios</p> <p>Ho: Los efectos de los 15 tipos de sustratos no influyen en el incremento diamétrico de las plantas de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios</p> <p>Ha: Los efectos de los 15 tipos de sustratos contribuyen en la supervivencia de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios.</p> <p>Ha: Los efectos de los 15 tipos de sustratos no contribuyen en la supervivencia de <i>Hevea brasiliensis</i> a nivel de tubetes en Tambopata, Madre de Dios.</p> |  |  | <p>Todos los datos fueron analizados en el software R.</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>Balanza analítica<br/>Regla de 5 m.<br/>Vernier</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Anexo 3: Instrumento - Formatos de Evaluación.

### Formato para evaluar los tratamientos de las plantas en viveros

[illegible]

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Anexo 4: Panel fotográfico en vivero**



**Anexo 4.1.** Distribución de los tubetes, cada bloque representa una fila en las camas de suspensión.



**Anexo 4.2.** En esta foto se observa las plantas de shiringa, conformando por 10 plantas por cada tratamiento.



**Anexo 4.3.** En esta foto se observa la medición de la altura de las camas de suspensión (0,80 cm).



**Anexo 4.4.** En esta foto se observa la medición de la altura de las camas de suspensión (0,80 cm).



**Anexo 4.5.** En esta foto se observa la medición de la altura de las plantas con ayuda de la regla métrica 1m.



**Anexo 4.6.** En esta foto se observa la medición del diámetro en la base de la planta con ayuda el vernier digital.



**Anexo 4.7.** En esta foto se observa el vivero tecnificado con plantas de shiringa en suspensión.