



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

### PROYECTO DE TITULACIÓN

**“TRES TIPOS DE SUSTRATO EN LA GERMINACIÓN DE LAS PLANTAS DE  
TECA (*Tectona grandis* Linn F. ) EN EL RECINTO CHIPE HAMBURGO 2”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónomo

#### **Autoras:**

Guamangate Pastuña Yessica Maribel

Orovio Indio Doris Patricia

#### **Tutor:**

Ing. Tapia Ramírez Cristian MSc.

**LA MANA – ECUADOR**

**AGOSTO 2021**

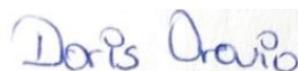
## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotras, Guamangate Pastuña Yessica Maribel con C.C. 0504334244 y Orovio Indio Doris Patricia con C.C. 0504051327, declaramos ser autoras del presente Proyecto de Investigación: “TRES TIPOS DE SUSTRATO EN LA GERMINACIÓN DE LAS PLANTAS DE TECA (*Tectona grandis Linn F.*) EN EL RECINTO CHIPE HAMBURGO 2”, siendo el Ing. Tapia Ramírez Cristian MSc. tutor del presente trabajo; y eximamos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Guamangate Pastuña Yessica Maribel  
C.I: 0504334244



Orovio Indio Doris Patricia  
C.I: 0504051327

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte: Guamangate Pastuña Yessica Maribel con C.C. 0504334244 y Orovio Indio Doris Patricia con C.C. 0504051327, de estado civil solteras y con domicilio en La Mana, a quien en lo sucesivo se denominará **LAS CEDENTES**; y, de otra parte, el PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LAS CEDENTES** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agronómica**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: “Tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis Linn F.*) en el recinto Chipe Hamburgo 2” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Febrero 2016 – Marzo 2021.

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. Tapia Ramírez Cristian MSc.

Tema: “Tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis Linn F.*) en el recinto Chipe Hamburgo 2”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LAS CEDENTES** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LAS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LAS CEDENTES** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LAS CEDENTES** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.** - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los días del mes de agosto del 2021.

Guamangate Pastuña Yessica Maribel  
**LA CEDENTE**

Orovio Indio Doris Patricia  
**LA CEDENTE**

PhD. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez  
**EL CESIONARIO**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“TRES TIPOS DE SUSTRATO EN LA GERMINACIÓN DE LAS PLANTAS DE TECA (*Tectona grandis Linn F.*) EN EL EN EL RECINTO CHIPE HAMBURGO 2”, de Guamangate Pastuña Yessica Maribel y Orovio Indio Doris Patricia, de la carrera Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto 20 del 2021



Ing. Tapia Ramírez Cristian MSc.  
C.I: 0502784416  
**TUTOR**

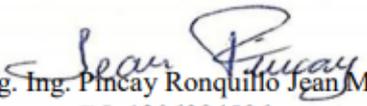
## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y de Recursos Naturales, por cuanto las postulantes: Guamangate Pastuña Yessica Maribel y Orovio Indio Doris Patricia, con el título de Proyecto de Investigación: "TRES TIPOS DE SUSTRATO EN LA GERMINACIÓN DE LAS PLANTAS DE TECA (*Tectona grandis Linn F.*) EN EL EN EL RECINTO CHIPE HAMBURGO 2", han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, Agosto 20 del 2021

Para constancia firman:

  
Ing. Ing. Pincay Ronquillo Jean MSc.  
C.I: 1206384586  
**PRESIDENTE**

  
Ing. Ricardo Luna Murillo MSc.  
C.I: 0912969227  
**LECTOR 1 MIEMBRO**

  
Ing. Macias Pettao Ramon MSc.  
C.I: 0912969227  
**LECTOR 2 SECRETARIO**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo lo dedicamos especialmente a Dios, por darnos cada día su bendición la vida, sabiduría y fortaleza para culminar con éxito una etapa más de nuestras vidas.*

*A nuestros padres por habernos forjado en las personas que somos en la actualidad que con su amor infinito y apoyo incondicional nos motivaron día a día a culminar esta meta, por medio de este escrito demostramos nuestro compromiso y gratitud ante todo su trabajo y apoyo económico, que gracias a ellos llegamos a ser profesionales.*

*Gracias padres, Hermanos, sobrinos amados.*

***Guamangate Pastuña Yessica Maribel***

***Orovio Indio Doris Patricia***

## **AGRADECIMIENTO**

*En primer lugar, mi profundo agradecimiento, es a Dios altísimo, por darme, la vida, la fortaleza y la constancia necesaria para cumplir con mis objetivos propuestos, quien nos hizo más valientes en todas las adversidades presentadas en el trayecto de esta etapa de nuestras vidas, a nuestros padres y hermanos que con su amor y trabajo nos educaron y apoyaron en toda nuestra formación profesional.*

*Al Ing. Cristian Tapia Ramírez quien fue un pilar más para poder concluir esta investigación gracias por su experiencia y sus enseñanzas durante la culminación de esta etapa.*

*También queremos expresar nuestro agradecimiento más sincero a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haber sido la casa del saber al mismo tiempo un agradecimiento muy especial a todos los docentes por tener el don y la capacidad de ser verdaderos maestros y por compartir con todos nosotros sus alumnos dejando huellas y enseñanzas del saber.*

***Guamangate Pastuña Yessica Maribel***

***Orovio Indio Doris Patricia***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TEMA:** “TRES TIPOS DE SUSTRATO EN LA GERMINACIÓN DE LAS PLANTAS DE TECA (*Tectona grandis* Linn F.) EN EL EN EL EN EL RECINTO CHIPE HAMBURGO 2”

### **Autoras:**

Guamangate Pastuña Yessica Maribel

Orovio Indio Doris Patricia

### **RESUMEN**

El presente proyecto se desarrolló en el recinto Chipe Hamburgo 2, parroquia El Triunfo, cantón La Maná, se plantearon los siguientes objetivos: Determinar el sustrato y bioestimulante más apropiado en el desarrollo vegetativo de plántulas de teca, analizar la interacción entre los sustratos utilizados y los bioestimulantes aplicados en las plántulas, realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio. Se planteó Diseño Experimental de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de  $2 \times 2 + 1$  con factor A: sustrato y factor B: bioestimulantes, con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Se evaluaron las siguientes variables: Porcentaje de germinación (%), días a la germinación (d), número de hojas (u), altura de planta (cm) y diámetro del tronco (cm), a los 30, 60, 90 y 120 días. Los resultados obtenidos muestran un porcentaje de germinación superior con el sustrato cascarilla de arroz y fitohormonas con el 100% de plántulas germinadas, el menor tiempo en germinación presentó el mismo tratamiento con 16.24 días a partir de la siembra, el mayor número de hojas con el tratamiento 3 con 5.36, 6.59, 8.48, 9.56 en todas las edades evaluadas. Los mejores resultados en altura de planta se presentaron con la cascarilla de arroz y las fitohormonas con 16.16, 22.62, 27.94, y 34.39 en todas las edades estudiadas. Para el diámetro de tronco los resultados superiores se registraron con la cascarilla de arroz y fitohormonas con 0.52, 0.60, 1.15 y 1.32 cm. en todas las edades. El mejor tratamiento en cuanto a la rentabilidad y características de plántulas fue el sustrato cascarilla de arroz más bioestimulantes con un beneficio neto de USD 7.21.

**Palabras clave:** teca, sustratos, bioestimulantes, orgánico.

## ABSTRACT

The present project developed in the Chipe Hamburgo 2 area, El Triunfo, canton La Maná, with the following objectives: To determine the most suitable substrate for planting teak plants, to analyze the interaction between the substrates and the biostimulants applied, and to analyze the production costs of the project. A completely randomized block experimental design was used with a 2x2+1 factorial arrangement with factor A: substrate and factor B: biostimulants, with five treatments and five replications. The following variables were evaluated: germination percentage (%), days to germination (d), number of leaves (u), plant height (cm), and trunk diameter (cm), at 30, 60, 90, and 120 days. The results obtained show a higher germination percentage with the rice husk substrate and phytohormones with 100% of germinated seedlings, the shortest germination time with the same treatment with 16.24 days from sowing, the highest number of leaves with treatment 3 with 5.36, 6.59, 8.48, 9.56 in all the ages evaluated. The best results in plant height obtained with rice husk and phytohormones with 16.16, 22.62, 27.94, and 34.39 in all ages studied. For trunk diameter, the best results were recorded with the rice husk substrate and phytohormones with averages of 0.52, 0.60, 1.15, and 1.32 cm at all ages. The best treatment in terms of cost and seedling characteristics was the rice husk substrate plus biostimulants with a net benefit of USD 7.21.

**Keywords:** teak, substrates, biostimulants, organic.



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“TRES TIPOS DE SUSTRATO EN LA GERMINACIÓN DE LAS PLANTAS DE TECA (*TECTONA GRANDIS LINN F.*) EN EL EN EL EN EL RECINTO CHIPE HAMBURGO 2”** presentado por: **Guamangate Pastuña Yessica Maribel y Orovio Indio Doris Patricia**, egresadas de la Carrera de: **Ingeniería en Agronomía**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuaria y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2021

Atentamente,

Lic. Wendy Núñez Moreira  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0925025041**

## ÍNDICE

| <b>Contenido</b>   | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....   | ii          |
| AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....                                  | vi          |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....   | vii         |
| DEDICATORIA.....   | viii        |
| RESUMEN .....  | x           |
| ABSTRACT .....   | xi          |
| AVAL DE TRADUCCIÓN.....  | xii         |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL .....   | 1           |
| 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....  | 2           |
| 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....  | 2           |
| 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....  | 3           |
| 5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....  | 3           |
| 6. OBJETIVOS.....  | 4           |
| 6.1. Objetivo general .....  | 4           |
| 6.2. Objetivos específicos.....  | 4           |
| 7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS<br>PLANTEADOS..... | 5           |
| 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....  | 6           |
| 8.1. Generalidades del cultivo de teca .....                                       | 6           |
| 8.2. El cultivo de teca en el Ecuador .....  | 6           |
| 8.3. Taxonomía.....  | 7           |
| 8.4. Características botánicas.....  | 7           |
| 8.5. Requerimientos edafoclimáticos.....   | 8           |

|   |    |
|---|----|
| 8.6. Manejo de teca en vivero .....                             | 8  |
| 8.7. Factores limitantes en la producción de teca .....         | 10 |
| 8.8. Requerimientos nutricionales .....                         | 10 |
| 8.9. Sustratos .....  | 11 |
| 8.10. Bioestimulantes .....                                     | 13 |
| 8.10.1. Biol .....  | 13 |
| 8.10.2. Fitohormonas .....                                      | 14 |
| 8.11. Investigaciones realizadas .....                          | 16 |
| 9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS .....                        | 18 |
| 10. METODOLOGÍAS .....  | 19 |
| 10.1. Ubicación y duración del ensayo .....                     | 19 |
| 10.2. Condiciones agrometeorológicas del sitio del ensayo ..... | 19 |
| 10.3. Materiales y equipos .....                                | 19 |
| 10.4. Tipos de investigación .....                              | 20 |
| 10.5. Diseño experimental .....                                 | 20 |
| 10.6. Factores en estudio .....                                 | 20 |
| 10.7. Tratamientos .....  | 20 |
| 10.8. Análisis de varianza .....                                | 21 |
| 10.9. Variables evaluadas .....                                 | 21 |
| 10.10. Manejo del ensayo .....                                  | 23 |
| 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....                    | 25 |
| 11.1. Análisis físico químico de sustratos .....                | 25 |
| 11.2. Efecto simple .....                                       | 27 |
| 11.2.1. Sustratos .....   | 27 |
| 11.2.2. Bioestimulantes .....                                   | 28 |

|  |    |
|--|----|
| 11.3. Interacciones .....                              | 29 |
| 11.4. Tratamientos .....                               | 32 |
| 11.4.1. Días a la germinación .....                    | 32 |
| 11.4.2. Porcentaje de germinación (%).....             | 33 |
| 11.4.3. Numero de hojas .....                          | 33 |
| 11.4.4. Altura de planta (cm).....                     | 34 |
| 11.4.5. Diámetro de tronco (cm).....                   | 35 |
| 11.5. Análisis económico por tratamiento .....         | 36 |
| 12. IMPACTOS .....                                     | 37 |
| 13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO ..... | 39 |
| 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....               | 40 |
| 14. BIBLIOGRAFÍA .....                                 | 41 |
| 15. ANEXOS .....                                       | 45 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Actividades y tareas en relación a los objetivos .....  | 5  |
| <b>Tabla 2.</b> Clasificación taxonómica de la teca .....   | 7  |
| <b>Tabla 3:</b> Condiciones agrometeorológicas del sector de ensayo .....   | 19 |
| <b>Tabla 4.</b> Herramientas, equipos e insumos utilizados en la investigación.....   | 19 |
| <b>Tabla 5.</b> Factores en estudio .....   | 20 |
| <b>Tabla 6.</b> Tratamientos .....  | 20 |
| <b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza.....   | 21 |
| <b>Tabla 8.</b> Análisis físico químico por tratamientos.....   | 26 |
| <b>Tabla 9.</b> Altura de planta por sustratos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F.) .....          | 27 |
| <b>Tabla 10.</b> Diámetro de tronco por sustratos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F.) .....       | 28 |
| <b>Tabla 11.</b> Altura de planta por bioestimulantes en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F.) .....   | 28 |
| <b>Tabla 12.</b> Diámetro de tronco por bioestimulantes en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F.) ..... | 29 |
| <b>Tabla 13.</b> Días a la germinación por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F.) ..... | 33 |
| <b>Tabla 14.</b> Porcentaje de por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F.) .....         | 33 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 15.</b> Numero de hojas por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F). .....    | 34 |
| <b>Tabla 16.</b> Altura de planta por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F). .....   | 35 |
| <b>Tabla 17.</b> Diámetro de tronco por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F). ..... | 36 |
| <b>Tabla 18.</b> Análisis económico por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F). ..... | 37 |
| <b>Tabla 19.</b> Presupuesto de la investigación .....   | 39 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Interacción de la altura de planta de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F) en diferentes edades. ....               | 30 |
| <b>Figura 2.</b> Interacción del diámetro de tronco de las plantas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F) en diferentes edades..... | 32 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| <b>Anexo 1.</b> Hoja de vida del docente tutor .....                | 45 |
| <b>Anexo 2.</b> Hoja de vida de las estudiantes investigadoras..... | 46 |
| <b>Anexo 3.</b> Evidencias fotográficas.....                        | 48 |
| <b>Anexo 4.</b> Diseño experimental .....                           | 52 |
| <b>Anexo 5.</b> Análisis físico químico de sustratos .....          | 53 |
| <b>Anexo 6.</b> Certificado anti plagio .....                       | 54 |

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** “Tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis* Linn F.) en el recinto Chipe Hamburgo 2”.

**Fecha de inicio:** marzo del 2021

**Fecha de finalización:** julio del 2021

**Lugar de ejecución:** Rcto. Chipe Hamburgo 2, parroquia El Triunfo, cantón La Maná

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Agronómica

**Proyecto de investigación vinculado:** Sector agrícola

**Equipo de Trabajo:**

Guamangate Pastuña Yessica Maribel  
Teléfono: 0969674418  
Correo: yessica.guamangate4244@utc.edu.ec

Orovio Indio Doris Patricia  
Teléfono: 0980178736  
Correo: doris.orovio1327@utc.edu.ec

Ing. Tapia Ramírez Cristian M Sc.  
Teléfono: 0995544478  
Correo: cristian.tapia4416@utc.edu.ec

**Área de Conocimiento:** Agricultura, silvicultura y pesca

**Línea de investigación:** Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

**Sub línea de investigación:** Producción agrícola sostenible

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

La producción de madera a nivel mundial se incrementó considerablemente, sobre todo con especies introducidas, cuyo manejo no requiere mayor tecnificación, al contrario, son de gran interés económico por parte de los productores de esta madera. En nuestro país su producción se da en las zonas tropicales y subtropicales. En La Mana al presentar las condiciones necesarias para su desarrollo, este cultivo se ha convertido como uno de los de mayor importancia. Por ello los viveristas están aplicando cada vez más alternativas para su producción a gran escala.

El presente proyecto se desarrolló en el recinto Chipe Hamburgo 2, con el objetivo de evaluar dos tipos de sustrato en la germinación de plántulas de teca, con la aplicación de dos bioestimulantes, para conocer el desarrollo vegetativo de estas plántulas y su respuesta agronómica a la aplicación de los bioestimulantes.

Se utilizó un Diseño de Bloques al Azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, en arreglo factorial de  $2 \times 2 + 1$ , dos sustratos, con aplicación de dos bioestimulantes y un testigo. Para el análisis estadístico se tomaron cinco unidades experimentales, las cuales fueron registradas todas las variables en estudio. Se evaluó las siguientes variables: días a la germinación, porcentaje de germinación, número de hojas, altura de planta, diámetro de tronco. Los datos de campo se registraron a los 30, 60 90 y 120 días a partir de la siembra, en fechas establecidas para no tener deferencias entre tratamientos.

## **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La gran demanda de madera y particularmente de teca y el interés medioambiental y económico de este cultivo, han hecho de la teca uno de los recursos más interesantes para ecosistemas de los bosques húmedos en la creación de riqueza y la mejora del medio ambiente, con el desarrollo de una agricultura limpia y sostenible. Al ser una especie maderera muy solicitada y debido a su periodo corto de producción la teca se ha convertido en una de las especies madereras más importantes en la explotación forestal.

La producción de plántulas de madera genera muchos beneficios a las personas que dependen de esta actividad, en este contexto la selección de un sustrato adecuado es uno de los principales factores que inciden en el crecimiento de la planta de teca, por lo que es importante determinar

un sustrato adecuado que presente tanto un buen desarrollo vegetativo como características que permitan resistir condiciones agroclimáticas adversas.

La mayoría de productores de madera de teca del Ecuador se abastecen de plántulas producidas por pequeños viveristas no tecnificados, siendo ellos los que tienen la mayor oferta de plántulas; la falta de tecnificación puede ser un factor limitante en el desarrollo normal de las plantaciones comerciales lo cual no garantiza la obtención de plantaciones vigorosas, sanas y de alta producción de madera. Desde ese punto de vista es necesario conocer todo el proceso de producción de las plántulas, así como el origen y manejo de las semillas, costos de producción y sistemas de comercialización. El estudio se realizó en el área de influencia del cantón La Mana, debido a que es en esta zona donde están establecidos la mayor parte de los viveros de teca que abastecen la demanda existente en el sector, y sitios aledaños.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

##### **Beneficiarios directos.**

Los beneficiarios directos del presente proyecto fueron los estudiantes investigadores, con la ejecución de la presente investigación se pudo determinar los mejores bioestimulantes y sustratos en el cultivo de las plantas de teca.

##### **Beneficiarios indirectos.**

El presente proyecto de investigación tuvo como beneficiarios indirectos a los habitantes del sector, sobre todo los que se dedican a la comercialización de plántulas de teca, pudieron constatar los beneficios de los sustratos, así como la eficacia de los bioestimulantes.

#### **5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

En el Ecuador la producción de teca se incrementó con la introducción masiva de esta especie, debido a su resistencia a adaptación a las zonas tropicales y subtropicales y alta rentabilidad, sin embargo, no todos los que se dedican al manejo de esta planta, sobre todo a nivel de viveros conocen un manejo técnico con técnicas que no contaminen el medio ambiente y garanticen su productividad.

Los principales problemas de las personas dedicadas a la producción de plántulas en viveros son los costos de producción, que en muchos casos se elevan en comparación con las ganancias obtenidas, la adquisición de sustratos en la mayoría de los casos es difícil de conseguir, los gastos para la compra de sustratos elaborados no justifican la inversión de los viveros de producción de teca.

El desconocimiento de las practicas amigables con el medio ambiente, como la elaboración de sustratos con productos orgánicos o la aplicación de bioestimulantes orgánicos por los productores viveristas es un factor limitante en la producción de plántulas de teca, en la mayoría de los casos el manejo es tradicional, con productos químicos que causan un grave perjuicio a la naturaleza.

En los viveros pequeños los dueños viven en su propiedad, realizan actividades de campo, supervisión o de comercialización; no así en los viveros grandes donde es el técnico quien supervisa las labores. El viverista grande utiliza sustratos elaborados específicamente para estas plantas, mientras los pequeños viveristas deben adquirir a precios elevados estos sustratos, de igual manera el desconocimiento de los beneficios que presentan los bioestimulantes impide que sean usados en este tipo de sistema de producción.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Objetivo general**

Evaluar tres sustratos en combinación con bioestimulantes en la germinación y desarrollo de plántulas de teca (*Tectona grandis* Linn F.) en el recinto Chipe Hamburgo 2.

### **6.2. Objetivos específicos**

- Determinar el sustrato y bioestimulante más apropiado en el desarrollo vegetativo de plántulas de teca (*Tectona grandis* Linn F.).
- Analizar la interacción entre los sustratos utilizados y los bioestimulantes aplicados en las plántulas.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

**Tabla 1.** Actividades y tareas en relación a los objetivos

| OBJETIVOS   | ACTIVIDADES   | RESULTADOS   | VERIFICACIÓN  |
|---|---|--|---|
| Determinar el sustrato y bioestimulante más apropiado en el desarrollo vegetativo de plántulas de teca ( <i>Tectona grandis</i> Linn F.). | Comparación entre los sustratos a partir de la evaluación de las variables planteadas.<br>Llenando de fundas.                       | Porcentaje de germinación.   | Datos de campo.<br><br>Registro de variables.               |
| Analizar la interacción entre los sustratos utilizados y los bioestimulantes aplicados en las plántulas.                                  | Aplicación de los bioestimulantes en base a los tratamientos.<br>Evaluación de cada sustrato con la aplicación de bioestimulantes.  | Conocimiento de la acción de los bioestimulantes en cada uno de los sustratos.<br>Permiten conocer el sustrato más apto para la siembra de semillas de teca. | Datos experimentales de campo.<br><br>Análisis estadístico. |
| Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.  | Elaboración de los costos de producción de cada uno de los tratamientos para determinar el tratamiento más rentable económicamente. | Los costos de producción permiten analizar el tratamiento que presente mayores beneficios económicos.  | Costos de producción.<br><br>Cálculo de costos.             |

**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021)

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **8.1. Generalidades del cultivo de teca**

La planta de teca pertenece a la familia de las Verbenácea. Es una especie maderera con origen en el continente asiático, está ampliamente distribuido en los países de: Birmania, India, Indonesia y Tailandia. En nuestro país las primeras plantaciones de teca se establecieron por los años de 1950, en áreas cercanas a Milagro, Quevedo y Balzar; en las plantaciones actuales la propagación de esta especie se ha realizado con las semillas introducidas inicialmente. El árbol de teca en de tamaño grande, pudiendo alcanzar hasta los 60 metros de altura en su hábitat natural, puede presentar diámetros de tronco hasta los 2.6 metros y una zona aprovechable (tronco libre de ramas) de 30 a 40 metros. Sus ramas y hojas son de tipo opuestas, normalmente en gambas bajas, pronunciadas y con una especie de canales. Es una madera de excelente calidad, moderadamente dura, de trabajo fácil en fabricación de muebles y carpintería, también se usan en construcciones de viviendas , postes, cercas vivas, y leña (Perez, 2015).

### **8.2. El cultivo de teca en el Ecuador**

La teca fue introducida inicialmente en países de Centroamérica como Isla de Trinidad, Cuba y demás países caribeños, procedente de países asiáticos como Birmania en 1912, se introdujo en estos países en forma de semillas, donde se adaptó rápidamente al as condiciones climatológicas de estas zonas. En el Ecuador se estableció en la década de los 50, talvez procedente de estos países centroamericanos a varias zonas del litoral y subtrópico como Milagro, Montalvo, Balzar, Quevedo y Quinindé, en formas de plantaciones utilizadas como cortinas rompevientos, delimitación de propiedades y para producción forestal (Aguayo, 2016).

El máximo desarrollo de la planta de teca hasta su etapa de comercialización de 18 a 20 años, dentro de estos rangos se la considera apropiados y de un buen aprovechamiento. El mejor desarrollo de la teca se da en climas tropicales cálidos y húmedos, con precipitaciones entre 1720 a 3800 mm/año, adaptándose incluso a zonas con precipitaciones de hasta 760 mm/año. En nuestro país la producción de teca se desarrolla en alturas entre 0 y 1000 m.sn.m. con precipitaciones de 800 a 2000 mm/año, sin embargo, las mejores condiciones se dan en zonas semi secas con climas cálidos y sin precipitación abundante (Perez, 2015).

### 8.3. Taxonomía

**Tabla 2.** Clasificación taxonómica de la teka

| <b>Reino</b>      | <b>Vegetal</b>         |
|-------------------|------------------------|
| Clase             | Angiospermae           |
| Subclase          | Dicotiledónea          |
| Orden             | Lamiales               |
| Familia           | Verbenacea             |
| Género            | Tectona                |
| Especie           | <i>grandis</i>         |
| Nombre científico | <i>Tectona grandis</i> |
| Nombres comunes   | Teak, Tec, sag y teka  |

**Fuente:** (Aguayo, 2016).

### 8.4. Características botánicas

**Tronco.** Los árboles de *T. grandis* son de fuste recto y elevado. En los bosques de área natural de la especie, los árboles dominantes miden entre 25 y 30 m de altura y 55 a 80 cm de diámetro. Sin embargo, se han localizado árboles de mayores dimensiones, con fustes limpios de ramas hasta una altura de 30 m y diámetros de 1,43 m a 1,91 m

**Corteza.** La corteza de la teka en su parte exterior es de color castaño claro, escamosa y agrietada y en su interior de coloración blanquecina. Tiene un grosor de 1 a 1,5 cm. La copa es de forma esférica.

**Hojas.** Ovadas, de unos 60 cm de longitud y 30 cm de anchura, tomentosas en la cara inferior, y cuando están tiernas poseen un líquido de color púrpura.

**Flores.** son de color blanco azulado, se reúnen en grandes panículas terminales, muchas de las cuales son estériles.

**Semillas.** La semilla es pequeña, de 5 mm a 6 mm de largo. Los frutos contienen desde 1 hasta 4 semillas, pero en la práctica cada fruto se considera como una semilla. Un kilogramo contiene entre 1100 y 1500 frutos (semillas), pero existiendo diferencias en cuanto al tamaño y peso de las semillas de distintas procedencias. En nuestro país se ha observado que un kilogramo de semilla procedente de las distintas plantaciones del Litoral ecuatoriano contiene un promedio de 1200 frutos (semillas) (Aguayo, 2016).

## **8.5. Requerimientos edafoclimáticos**

**Altura.** La producción se da en sitios con altitudes menores a 500msnm, con una estación seca marcada de 4 a 6 meses, entre 23 y 27 °C de temperatura.

**Precipitación.** Se reporta un amplio rango de precipitación que va desde 1000 a 3750 mm/año, con una época seca bien definida de 3 a 5 meses, con extremos de 500 a 5000 mm/año. Condiciones muy húmedas pueden conducir a mayor crecimiento y a la producción de madera de menor calidad, debido a un mayor porcentaje de albura, color menos atractivo, textura más pobre, pérdida de fuerza y menor densidad.

**Suelos.** Se adapta a gran variedad de suelos, pero prefiere suelos planos, aluviales, de texturas franco-arenosas o arcillosas, profundas, fértiles, bien drenadas y con pH neutro o ácidos. Es exigente de elementos como calcio, fósforo y magnesio (Bravo & Quimis, 2015).

## **8.6. Manejo de teca en vivero**

### **8.6.1. Cuidados en el vivero**

Las plántulas de teca son susceptibles al ataque de insectos como hormigas o minadores, para evitar daños por estos se aplica insecticidas de contacto, otra labor que se debe tomar en cuenta para evitar la proliferación de plagas es la limpieza de malas hierbas, sobre todo en el lugar donde estén ubicadas las plántulas. El riego es fundamental en los primeros días, se lo debe realizar en horas de la mañana o en la tarde para que las plántulas no sufran de estrés hídrico. Se debe tener en cuenta la protección de las plantas sea con lonas de polipropileno o con estructuras tipo invernadero que cubran a la planta de precipitaciones (Gracia & Perez, 2013).

### **8.6.2. Selección del lugar**

El lugar donde se establecerán las plántulas de teca debe ser libre de malezas, protegido de las condiciones climatológicas adversas y de animales que puedan dañar el cultivo, se recomienda usar fundas de polietileno de baja densidad con agujeros que permitan la circulación de agua. Para la siembra el lugar debe estar nivelado para evitar el volcamiento de las fundas, con espacio suficiente para realizar las labores culturales que las plántulas requieran (Aguayo, 2016).

### **8.6.3. Desinfección del sustrato**

Con el propósito de evitar la proliferación de plagas y enfermedades en la germinación se realiza la desinfección del sustrato, ya sea de manera química o mediante técnicas como la solarización, asegurando un buen porcentaje de germinación de la semilla (Bravo A., 2019).

### **8.6.4. Sistema de Siembra**

La siembra se puede realizar en viveros, con sustratos especiales que permitan una correcta aireación y retención de humedad, la cantidad de semillas varían entre 1 a 4 semillas por fundas, posteriormente a la siembra se protege con lonas de polipropileno permeable, para evitar el ataque de plagas, en especial de insectos que se alimentan de brotes en los primeros días posterior a la siembra. (Meza, Rodriguez, Gatti, & Espinoza, 2015).

### **8.6.5. Fertilización**

La fertilización cumple un papel importante en este cultivo, especialmente en estado de almacigo donde el correcto equilibrio de nutrientes juega un papel fundamental para que se desarrollen de manera óptima. Se puede fertilizar con compuestos sintéticos como 10-30-10, solubilizado en agua o fertilizantes foliares, los cuales debido a su modo de acción presentan resultados en menor tiempo. En el caso de llevar una fertilización orgánica es recomendable la aplicación de compuestos por extractos de plantas o bioles de buena calidad. Del mismo modo se puede llevar un manejo nutricional con ácidos húmicos, fitohormonas vegetales, estas últimas para ayudar a la absorción de nutrientes fijados en el suelo (Gonzalez & Leveron, 2019).

### **8.6.6. Rusificación**

Para lograr plantas con características como tallo lignificado, buena presencia de raíces, y masa foliar abundante se realiza el proceso de rustificado, el cual consiste en disminuir gradualmente el riego, la fertilización y exponiendo a las plantas a la exposición solar durante los últimos 15 días de permanencia en el vivero, esta labor se realiza para que las plántulas puedan adaptarse con mayor facilidad a condiciones adversas en el sitio donde vayan a ser sembradas (Bravo & Quimis, 2015).

### **8.7. Factores limitantes en la producción de teca**

Entre los factores limitantes más importantes para el crecimiento de teca se consideran los terrenos relativamente planos, el suelo poco profundo (con afloramiento rocoso o roca a poca profundidad), mal drenados, o sitios anegados (tipo Vertisoles de depresión), suelos compactados o arcillosos. Sitios planos con un estrato superficial de arena, suelos lateríticos duros, suelos profundos secos y arenosos no son recomendables. La especie es sensible al fósforo y las deficiencias producen bajo volumen de biomasa radicular que posiblemente afecta la producción y la salud de la planta (Bravo & Quimis, 2015).

### **8.8. Requerimientos nutricionales**

Los sitios buenos deben tener entre 150 y 160 ppm de P total, al menos 15 ppm de manganeso (Mn), hasta 2 ppm de zinc (Zn) y más de 10 ml de Ca +Mg + K/100 gr de suelo, en los primeros 10 cm profundidad del suelo; pH 7 mayor al 50% entre 20 y 30 cm de profundidad y una relación Mg/CICE superior al 15- 20% en los primeros 10 cm profundidad del suelo. Bajo estas características, los sitios buenos son aquellos que tienen un porcentaje de saturación de acidez menor a 5,8% y un porcentaje de saturación de calcio mayor a 67% (Aguayo, 2016).

### **Propagación**

La propagación vegetativa en forestales permite producir plantaciones homogéneas con características fenotípicas deseables en corto tiempo. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la propagación de árboles de teca, usando la técnica de miniestacas. La investigación se realizó en el municipio de Canalete, Córdoba, Colombia, en rodales comerciales de teca de 13 a 17 años de edad, en los cuales se tomaron estacas del tercio inferior de la copa, de 30 cm de longitud con dos a cuatro brotes, las cuales se plantaron en un sustrato de arena y aluvión. Cuando los brotes o miniestacas alcanzaron una longitud de dos a cinco cm, se cortaron y se les aplicó tratamientos de enraizamiento, posteriormente se plantaron en turba, en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Se evaluaron los porcentajes de supervivencia en cámara húmeda, enraizamiento en casa sombra y número de raíces. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos para porcentajes de supervivencia en cámara húmeda y enraizamiento en casa sombra con respecto al testigo, siendo los tratamientos

más eficientes, con valores superiores al 55 y 40% respectivamente. El mayor número de raíces se obtuvo con 2,5 raíces por brote. Se concluye que la técnica de mini estaca es una metodología potencial en la propagación de árboles de teca de alto valor comercial (Meza, Rodriguez, Gatti, & Espinoza, 2015).

### **8.9. Sustratos**

Se conoce como sustrato al tipo de suelo preparado específicamente para la siembra de alguna planta o semilla, generalmente está formada por materia sólida, con estructura porosa para que pueda retener agua o mantener la aireación en este medio. El tipo de sustrato lo define la naturaleza de los materiales utilizados, pueden ser porosos al ser elaborados con tamo de arroz o trigo o solidos en caso de utilizar compuestos duros como fibra de coco, de igual manera el tipo de empaquetamiento, mezcla o isotropía definirán las propiedades y uso según el cultivo a emplear (Hernandez, 2009).

En la selección de un sustrato para la siembra de plantas se debe tomar en cuenta las propiedades físicas de estos, debido a que con un sustrato de propiedades físicas inadecuadas (porosidad, estructura, textura) no se presentan buenos resultados, por lo que el porcentaje de germinación de determinado cultivo será relativamente bajo. De igual manera las propiedades químicas tienen un papel importante, el contenido de macro y micro elementos es necesario para llevar un equilibrio de nutrientes que serán asimilados por la planta. Por ello el tamaño de partículas, forma y porosidad de los sustratos sean estos orgánicos o inorgánicos tienen directa influencia en la aireación y capacidad retentiva de agua (Bracho, Pierre, & Quiroz, 2009).

Los sustratos pueden contribuir a la intensificación de la producción agrícola y de este modo proveer altos rendimientos en la cosecha, incluso en áreas con condiciones cada vez más adversas. En este sentido, la calidad de las plántulas obtenidas dependerá del tipo de sustrato a utilizar y de sus características físico-químicas, ya que el desarrollo y funcionamiento de las raíces están determinadas por las condiciones de aireación y el contenido de agua, además de la influencia que estos factores tienen sobre el suministro de los nutrientes necesarios (Ginocchio & Narvaez, 2012).

## **El sustrato en la producción de planta**

El sustrato es el soporte físico para el cultivo de las plantas en contenedor. Este término se aplica en la producción de planta en vivero, se refiere a todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que, colocado en un contenedor, de forma pura o mezclada, permite el anclaje de las plantas a través de un sistema radical. Las funciones más importantes de un sustrato en la producción de plántulas son el proveer el agua suficiente a la semilla y posteriormente a la plántula, al mismo tiempo suministrar los nutrimentos necesarios para el buen desarrollo y crecimiento, permitiendo el buen intercambio gaseoso entre la atmósfera y el sustrato (Rodríguez, 2010).

Las mezclas cuentan con las características físicas y químicas de cada componente, ideales para la producción en contenedores de cualquier tipo de planta debido a las condiciones de aireación, espacios porosos, cantidad de materia orgánica y el volumen de agua disponibles una vez mezclados de acuerdo a las proporciones requeridas para la especie vegetal a cultivar (Zamora, 2005).

La mezcla base es la combinación de sustratos químicamente inertes y activos; los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta, pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal. Posee una elevada capacidad de intercambio catiónico, favoreciendo un mejor aprovechamiento de los fertilizantes, pH óptimo, conductividad eléctrica idónea, evitando problemas de salinidad (Toledo, 2006).

En viveros con un mayor nivel de tecnificación se utilizan mezclas de sustratos artificiales como vermiculita, agrolita y peat-moss en sustitución de suelo forestal debido a la facilidad de operación y prevención de los patógenos. Sin embargo, estos sustratos carecen de propágulos micorrícicos y de nutrientes esenciales para el funcionamiento de la simbiosis. Adicionalmente cuando estos sustratos son usados para la preparación de inóculos micorrícicos su efecto en la colonización de las raíces es aún contradictorio y ha sido poco estudiado (Rodríguez, 2010).

## **8.10. Bioestimulantes**

Los bioestimulantes son una fuente de Fito reguladores producto de la descomposición anaeróbica (sin la acción del (aire) de los desechos orgánicos que se obtiene por medio de la filtración o decantación del Bio-abono. Con la correcta cantidad de materiales, la composición del biofertilizante puede consistir de un 93% de agua y un 7% de materia seca, de la cual el 4,5% es materia orgánica y el 2,5% es materia inorgánica. (Restrepo, 2002).

Los bioestimulantes orgánicos contienen materia orgánica ya digerida de residuos animales a la cual, al añadirle orina, se añade más nitrógeno, acelerando el proceso de compostaje, mejorando la relación carbón/nitrógeno (C/N) del mismo. La cantidad del biofertilizante resultante es más que la del estiércol de granja. Funcionan principalmente al interior de las plantas, activando el fortalecimiento del equilibrio nutricional como un mecanismo de defensa de las mismas, a través de los ácidos orgánicos, las hormonas de crecimiento presentes en la complejidad de las relaciones biológicas, químicas, físicas y energéticas que se establecen entre las plantas y la vida del suelo (Suquilanda, 1996).

### **8.10.1. Biol**

El Biol es una fuente de fitorreguladores, que se obtienen como producto de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos, tiene alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitaminas. También es un excelente abono foliar que sirve para que las plantas estén verdes y den buenos frutos como papa, maíz, trigo, haba, hortalizas y frutales. El Biol se prepara con diferentes estiércoles que se deben fermentar durante dos a tres meses en un bidón de plástico. Además, tiene como función, nutrir, recuperar, reactivar la vida del suelo y fortalece la fertilidad de las plantas. Es un abono que estimula la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades y permite sustituir a una gran parte de fertilizantes químicos (Estrada, 2010).

El biol es una fuente de fitorreguladores, considerado también un bioestimulante complejo, que al ser aplicado a las semillas y al follaje de los cultivos, permite aumentar la cantidad de raíces e incrementa la cantidad de fotosíntesis de las plantas, mejorando substancialmente la producción y calidad de las cosechas. La calidad del mismo dependerá también de los días de

preparación, con lo cual se asegura una excelente descomposición y con ello se mejora la disponibilidad y asimilación de los nutrientes para las plantas a la hora de llevarlo al suelo, así también señala que el Nitrógeno, Fósforo y Potasio, son sales solubles en agua y son los tres elementos considerados en agricultura como los macro nutrientes que deben estar presentes en suelos destinados a cultivos de cualquier índole. (Sanchez & Bardales, 2019).

### **8.10.2. Fitohormonas**

En las plantas, específicamente en las especies forestales existen una gran cantidad de tejidos que no crecen en un medio mínimo de cultivo. Estos últimos tejidos, que se suponen son “normales”, solo crecerán cuando se les suministre alguna sustancia reguladora del crecimiento. Estas sustancias reguladoras se pueden suministrar en formas de líquidos, sin embargo, hay algunas consideraciones generales como, el uso de concentraciones adecuadas para cada tipo de especie, que permitan el normal desarrollo de las plantas (Masapanta, 2011).

Las fitohormonas vegetales son las que aceleran y regulan los diversos factores que inciden directamente en la producción de los cultivos, por lo que el número de hormonas conocidas se incrementa constantemente debido a la intensa investigación en este campo, pero el papel exacto de ellas en el metabolismo, así como su mecanismo de acción, no han sido completamente dilucidados (Gamboa, 2016).

Los reguladores vegetales son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos y son, en general, mucho más potentes que los análogos naturales. Es necesario tener en cuenta aspectos críticos como oportunidad de aplicación, dosis, sensibilidad de la variedad, condición de la planta, etc., ya que cada planta requerirá de unas condiciones específicas de crecimiento que pueden afectarse por la concentración de ellos en el medio. Lo más general es que las células en crecimiento por acción de varias hormonas expresen división y elongación celular. Sobre todo, si se combinan diferentes niveles de auxinas y citocininas pueden darse varias respuestas. Si existiese un nivel relativamente alto de citocininas vs. auxinas, el tejido manifiesta la formación de nuevos brotes a cambio de la intensa proliferación celular vista antes. Si, por el contrario, los niveles de ambas hormonas se invierten de manera de tener una relación más alta de auxinas vs. citocininas, la actividad de los tejidos cambia y se originan raíces (Moreno & Oropeza, 2017)

De manera que, las células vegetales que cuentan con núcleo y tienen un grado de diferenciación relativo, pueden bajo ciertas condiciones revertir a su estado meristemático y expresar luego diferentes respuestas conducentes todas a la generación de órganos y plantas. Se trata de células totipotentes. Esta propiedad se ha usado en ciencia y tecnología permitiendo regenerar plantas fértiles en forma masiva in vitro a partir de células y a la vez, lograr los avances en ingeniería genética (Porta & Jimenez, 2020).

Como consecuencia, estos reguladores han permitido potencializar el proceso de cultivo en los organismos vegetales, siendo una de las principales fuentes ideales en función de lograr el objetivo que la biotecnología ha encaminado en los últimos años hacia la integración de técnicas que logren eliminar muchas de las problemáticas que se presentan en los cultivos como la presencia de fitopatógenos microbianos, entomopatógenos, cambios ambientales, cambios en el medio de cultivo, entre otros (Alcantara , Acedo, Alcantara, & Sanchez, 2019).

Las fitohormonas son sustancias químicas, llamadas hormonas producidas por algunas células vegetales en sitios estratégicos de la planta, las mismas que son capaces de manera predominante los fenómenos fisiológicos y se producen en pequeñas cantidades. Pertenecen a cinco grupos conocidos de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe propiedades fuertes de regulación del crecimiento de plantas. Se incluyen el etileno, auxina, giberelinas, citoquininas, ácido salicílico u abscísico, cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta (Quilimbaqui, 2013).

### **Efecto de las fitohormonas en las plantas**

Las auxinas actúan como reguladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas. Su función se relaciona con los factores que estimulan el crecimiento vegetal, específicamente la división y la elongación celular. Estas fitohormonas se encuentran en todo el reino vegetal, desde bacterias, algas y hongos, hasta las plantas superiores. Los fitorreguladores son aplicados con conocimiento para obtener la efectividad deseada sobre los frutales, en la actualidad se aplican con la finalidad de incrementar la rentabilidad y beneficios del cultivo (Sanchez & Bardales, 2019).

Dentro de las fitohormonas las Giberelinas corresponden a productos naturales que provienen del hongo *Giberella Fujikuroi* llamado *Fusarium heterosporum*, de este hongo se ha extraído una substancia que estimula el crecimiento de las plantas que se llamó Giberelina, en frutales provoca la división y elongación celular, de esta manera ayuda en la emergencia de semillas y yemas, proporcionando mayor tamaño de la planta. En especies madereras estimula la producción de tejidos, lo que se relaciona con la elongación de yemas terminales, acelerando el crecimiento del tallo principal y las ramas (Borjas, Julca, & Alvarado, 2020)

En el caso de las Citocininas esta hormona vegetal en concreto se encarga de transportar desde la raíz hasta la parte aérea. Desde ahí se distribuye a todas las partes de la planta, incluido las hojas. Una vez la hoja ya está totalmente desarrollada y ha alcanzado su máximo tamaño, dichas citocininas continúan su viaje hacia otras partes de la planta donde se necesiten. En los árboles se encarga de promover la diferenciación celular, activando las yemas adventicias, de hecho, tiene relación directa con las auxinas, por lo que su efecto dependerá de la incidencia de las auxinas (Ortiz, Valencia, & Lopez, 2019).

El etileno es la hormona vegetal responsable de regular diferentes procesos durante la maduración de productos agrícolas, llevando a procesos de senescencia y finalmente, pérdida de valor nutricional y comercial. Sin embargo, los retardantes químicos de madurez han mostrado mayor eficiencia en el control de la madurez y senescencia de frutos, hortalizas y flores (Balaguera, Salamanca, & Garcia, 2014).

### **8.11. Investigaciones realizadas**

En estudios de diferentes genomas de teca (Correa, et al. 2013), plantearon como objetivos determinar impacto del aporte individual de cada árbol de teca en lotes combinados, las influencias de la variabilidad genética de las futuras plantaciones y el estimado en germinación y de dimensiones de semillas, se estudiaron 14 lotes de semilla de árboles plus de *Tectona grandis L. F.*, seleccionados en plantaciones comerciales aplicando fitohormonas de crecimiento. La variable porcentaje de germinación presentó un ámbito de dispersión amplio, con valores desde 0% hasta 90%; mientras que los caracteres cuantitativos, ancho y largo máximo de planta a los 30 días (17.32 cm), y la relación ancha/largo de tronco mostraron poca variación con datos de 0.45 cm a los 30 días.

(Bravo & Quimis, 2015), en su proyecto de investigación tuvieron como objetivo la evaluación y desarrollo en crecimiento inicial de *Tectona grandis L. F.* utilizando dos tipos de sustratos en combinación con dos tipos de biol. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, con arreglo factorial A\*B+1, obteniendo 5 tratamientos y 3 repeticiones. El T1: tierra + tamo de arroz, T2: tierra + harina de roca, T3: tierra + tamo de arroz + biol simple, T4: tierra + harina de roca + M.O. y T5: Testigo. Los resultados obtenidos registraron: porcentaje de germinación de 83.60%, los valores de altura de planta se registraron con 10.91 cm, mientras el mayor diámetro se logró con T2 con 0.21 cm. Para el número de hojas los valores más altos se registraron con T2, con promedios de 9,52 hojas a los 125 días.

Para evaluar el comportamiento de cuatro diferentes fuentes de germoplasma de teca (Villacis, 2019), analizó parámetros germinativos y de crecimiento en plántulas de teca durante la etapa de vivero. Durante la fase de germinación se cuantificó el porcentaje germinativo, siendo el más representativo el 80.67% en cantidad de 3 semillas por bolsa de crecimiento. En cuanto al tiempo promedio de germinación el más acelerado se dio a los 14 días con la aplicación de hormonas de crecimiento citoquininas. Para el análisis en las fundas se midieron la altura de planta con índices promedios de 35.50 cm y el diámetro al cuello de la planta siendo el valor superior 5.62 mm. Se encontró que el día 14 es el tiempo óptimo para la fase de germinación para todas las fuentes de germoplasma evaluados.

Mientras (Gonzalez & Leveron, 2019) en el ensayo efectuado en el Laboratorio del Banco de Semillas de la Escuela de Ciencias Forestales, evaluaron la respuesta agronómica de semillas de teca con distintos métodos pregerminativos. Se utilizaron en total 15 tratamientos de pre germinación mediante la combinación de diferentes tratamientos, en diferentes épocas. Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar con cuatro repeticiones por tratamiento, para el análisis estadístico se aplicó la prueba de Duncan al 5% de probabilidad. Se obtuvieron los siguientes resultados: Mayor porcentaje de germinación con T1 escarificación mecánica alcanzando el 97.75%, la escarificación manual T6 obtuvo un 72.5% de germinación.

De acuerdo a (Fleitas et. al, 2011), en su investigación se realizó en la Estación Experimental Forestal de Viñales, con el objetivo de comprobar el desarrollo de plantas de teca *Tectona grandis L. f.*, en la etapa de viveros establecieron en bolsas de polietileno de 11.25 \* 20 cm, dando un total de 21 tratamientos y 4 repeticiones. Las bolsas de polietileno se llenaron con

suelo aluvial de la localidad. Los resultados obtenidos reflejan alturas promedio de 22.50 y 28.83cm a los 90 y 120 días, utilizando tierra aluvial con aplicaciones foliares de auxinas, en cuanto al diámetro de cuello de planta alcanzo promedios superiores de 1.19 y 1.25 cm a los 90 y 120 días.

En investigaciones realizadas por (Estrada, et. al 2015, se evaluaron los índices de crecimiento de las plantas de teca, en bolsas de polietileno expandido. Se utilizo un diseño experimental completamente al azar con 3 tratamientos: correspondientes a formulaciones de sustrato (16-8-12) (15-9-12) y (18-6-12), en dosis de 10. 20 y 30 kg/m<sup>3</sup> más un testigo absoluto. Los resultados a los 60 días de evaluación fueron: mayor altura de planta con T3 en dosis de 20 kg/m<sup>3</sup> en promedios de 23.4 y 23.9 cm, para la variable diámetro de cuello los resultados más promisorios se dieron con la formulación T3 en dosis de 20 kg/m<sup>3</sup> alcanzando los 0.73 cm.

(Ruso, Veiman , & Osman, 2017), con el propósito de estudiar el efecto de las fitohormonas en el crecimiento y desarrollo de las plantas de teca (*Tectona grandis*), bajo condiciones de vivero, se planteó la investigación, donde se aplicaron las siguientes fitohormonas T1: (tiamina) al 0.1%, T2: (ácido ascórbico) al 0.1%, T3: (vitamina E al 0.1%) y un testigo. Los resultados obtenidos en el campo demuestran: días a la germinación 19 días con T2, mayor altura de planta con T1 (27.16 cm) a los 120 días, incremento de área foliar T2 con 7.50 hojas a los 120 días, mientras que el diámetro de planta alcanzo los 1.55 cm de diámetro.

## **9. PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS**

**Ha.** Al menos uno de los sustratos en combinación con bioestimulantes en estudiado tendrá efecto sobre la germinación y desarrollo de la de las plántulas de teca.

**Ho.** Ninguno de los sustratos en combinación con bioestimulantes en estudiado tendrá efecto sobre la germinación y desarrollo de las plántulas de teca.

## 10. METODOLOGÍAS

### 10.1. Ubicación y duración del ensayo

La investigación se llevó a cabo en el recinto Chipe Hamburgo 2, perteneciente a la parroquia El Triunfo del cantón La Mana, según la ubicación geografía WGS Latitud 0°59'09.5"S, Longitud 79°18'32.7"W, consta de una altitud de 143 m.sn.m aproximadamente. El trabajo de campo tuvo una duración de 130 días, que corresponden a 10 días de construcción de una infraestructura que proteja alas plántulas de condiciones climatológicas adversas como precipitaciones y daño por agentes externos, y 120 días de trabajo de campo a partir de la siembra, lo que permitió contar con el tiempo necesario para evaluar las variables en estudio.

### 10.2. Condiciones agrometeorológicas del sitio del ensayo

El sitio del ensayo tuvo las siguientes condiciones:

**Tabla 3:** Condiciones agrometeorológicas del sector de ensayo

| <b>Parámetros</b>          | <b>Promedio</b> |
|----------------------------|-----------------|
| Altitud (m.sn.m.)          | 143             |
| Temperatura (°C)           | 30.1            |
| Humedad Relativa (%)       | 65              |
| Heliofanía (horas-luz/año) | 11.9            |
| Presión atmosférica (hPa)  | 1015            |
| Precipitación (mm/año)     | 2853            |
| Topografía                 | Regular         |
| Textura                    | Franco limoso   |

Fuente: Estación Meteorológica INHAMI 2020.

### 10.3. Materiales y equipos

**Tabla 4.** Herramientas, equipos e insumos utilizados en la investigación

| <b>Materiales</b> | <b>Equipos</b>     | <b>Insumos</b>      |
|-------------------|--------------------|---------------------|
| Machete           | Bomba de aspersión | Semillas            |
| Pala              | Calibrador digital | Cascarilla de arroz |
| Rastrillo         | Flexómetro         | Aserrín             |
| Azadón            | Smartphone         | Biol                |
| Piolas            | Laptop             | Fitohormonas        |

Elaborado por: (Guamangate & Orovio, 2021)

#### 10.4. Tipos de investigación

El proyecto de investigación fue de tipo experimental, a su vez se utilizó el estudio comparativo de los tratamientos en todas las variables estudiadas.

De tipo experimental, debido a que parte de la investigación experimental como base para la evaluación de distintas variables con el fin de determinar los mejores resultados.

#### 10.5. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Experimental de Bloques Completamente al Azar con arreglo factorial de 2x2+1, siendo el Factor A (sustratos), el Factor B (Bioestimulantes) con un testigo absoluto. Se utilizaron cinco tratamientos con cinco repeticiones.

#### 10.6. Factores en estudio

Los factores estudiados se detallan a continuación:

**Tabla 5.** Factores en estudio

| <b>Factor A (Sustratos)</b> | <b>Factor B (Bioestimulantes)</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Aserrín                     | Fitohormonas                      |
| Cascarilla de arroz         | Biol                              |

Elaborado por: (Guamangate & Orovio, 2021)

#### 10.7. Tratamientos

Los tratamientos en estudio se conformaron a partir de la interacción de los sustratos y los bioestimulantes más el testigo absoluto. Se evaluaron cinco unidades experimentales por tratamiento, cada una por las cinco repeticiones, lo que da un total de 125 plantas evaluadas.

**Tabla 6.** Tratamientos

| <b>Tratamiento</b> | <b>Descripción</b>                          | <b>Rep.</b> | <b>U. E.</b> | <b>Total</b> |
|--------------------|---|-------------|--------------|--------------|
| T 1                | Sustrato aserrín + Fitohormonas             | 5           | 5            | 25           |
| T 2                | Sustrato aserrín + Biol                     | 5           | 5            | 25           |
| T 3                | Sustrato cascarilla de arroz + Fitohormonas | 5           | 5            | 25           |
| T 4                | Sustrato cascarilla de arroz + Biol         | 5           | 5            | 25           |
| T 5                | Tierra de sembrado (Testigo)                | 5           | 5            | 25           |
| <b>Total</b>       |   |             |              | <b>125</b>   |

Elaborado por: (Guamangate & Orovio, 2021)

## 10.8. Análisis de varianza

El análisis estadístico se realizó con el programa de Microsoft Excel, para las interacciones y ADEVA se utilizó el programa Infostat, con el modelo estadístico de Tukey al 5% de probabilidad. A continuación, se detalla el análisis de la varianza.

**Tabla 7.** Análisis de varianza

| <b>Fuente de Variación</b> | <b>Grados de Libertad</b> |           |
|----------------------------|---------------------------|-----------|
| Repeticiones               | (r-1)                     | 4         |
| Tratamientos               | (t-1)                     | 4         |
| Factor A (Sustratos)       | (a-1)                     | 1         |
| Factor B (Bioestimulantes) | (b-1)                     | 1         |
| Interacción AxB            | (a-1)(b-1)                | 1         |
| Testigo                    |                           | 1         |
| Error experimental         | (r-1) (t-1)               | 16        |
| <b>Total</b>               | <b>(r.t-1)</b>            | <b>24</b> |

Elaborado por: (Guamangate & Orovio, 2021)

## 10.9. Variables evaluadas

### 10.9.1. Análisis físico químico de sustratos

El análisis de elementos químicos presentes en los sustratos permitió identificar los elementos macro y micro nutrientes presente en los sustratos, con este fin se tomaron las muestras de cada uno de los sustratos para ser enviados al laboratorio de suelos del INIAP, para su análisis y posterior interpretación.

### 10.9.2. Días a la germinación (días)

Se contabilizaron los días a partir de la siembra de las semillas en las fundas, hasta cuando se pudo observar que la mayoría de plántulas estén germinadas, se realizó mediante la observación directa y se interpretó en días.

### 10.9.3. Porcentaje de germinación (%)

Para conocer el porcentaje de germinación se tomó en cuenta la mayoría de plántulas germinadas, se realizó el cálculo porcentual y se expresó en porcentaje (%).

#### **10.9.4. Altura de planta (cm)**

Se tomó en cinco plantas seleccionadas al azar, a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, tomando en cuenta la altura desde la base hasta su parte más prominente de las unidades experimentales, para ello se empleó un flexómetro y los resultados se expresó en centímetros

#### **10.9.5. Número de hojas**

Se tomaron cinco plantas para el análisis del número de hojas, esta proporcionalmente relacionado con el desarrollo de la planta, en esta variable se contaron las hojas de cada una de las unidades experimentales expresándose por unidades.

#### **10.9.6. Diámetro de tronco (cm)**

Para esta variable se procedió a medir el diámetro del tronco de las cinco plantas seleccionadas, en la parte inferior de esta, a la altura del cuello de la raíz, se midió con un calibrador digital y se expresó en centímetros.

#### **10.9.7. Análisis económico**

El análisis económico se realizó por tratamiento, para lo cual se calcularon los siguientes parámetros:

##### **10.9.7.1. Costos totales**

Los costos totales son la suma de los costos tanto fijos como variables del proyecto, para su cálculo se empleó la siguiente formula:

$$CT= X + PX$$

**Donde:**

**CT=** Costo total

**X=** Costo fijo

### **10.9.7.2. Ingreso bruto**

Para el cálculo del ingreso bruto por tratamiento se planteó la siguiente fórmula:

$$IB = Y * PY$$

**Donde:**

**IB**= Ingreso bruto

**Y**= Producto

**PY**= Precio del producto

### **10.9.7.3. Relación beneficio costo**

El análisis de la relación beneficio/costo permitió determinar el margen de beneficio por cada tratamiento, para ello se empleó la siguiente fórmula:

$$R = (BN/CT)$$

**Donde:**

**BN**= Beneficio neto

**CT**= Costo total

## **10.10. Manejo del ensayo**

### **10.10.1. Construcción de la infraestructura**

Para evitar daños por el sol y debido a la época lluviosa se construyó una infraestructura tipo vivero, con caña guadua y materiales de la zona, en la parte superior se cubrió con plástico PE (Polietileno flexible), que son de uso exclusivo en viveros. Esta labor se realizó 15 días antes de la siembra.

### **10.10.2. Elaboración de sustratos**

Los sustratos se elaboraron a partir de la mezcla de aserrín con tierra de sembrado, para los sustratos se utilizó la mezcla de tierra de sembrado más cascarilla de arroz y aserrín para cada tratamiento, la tierra de sembrado fue previamente desinfectada con carbonato de calcio, espolvoreando en la superficie y removiendo constantemente. En ambos sustratos se utilizó la combinación de 50% de tierra y 50% de materia prima, a excepción del testigo el cual fue de 100% de tierra de sembrado.

### **10.10.3. Siembra**

Para la siembra se procedió a escarificar la semilla dejándola 24 horas sumergida en agua, una vez transcurrido este tiempo se sembró en las horas de la mañana, antes de la siembra se humedeció con agua todas las fundas, se sembró una semilla por funda.

### **10.10.4. Aplicación de bioestimulantes**

Los bioestimulantes se aplicaron según las fechas de aplicación se las manejaron en torno al cronograma de actividades establecido. La aplicación se realizó con una bomba manual de aspersión. Las dosis utilizadas se basaron en las investigaciones realizadas en el cultivo de teca, para lo que se estableció una dosis de 10cc/litro de agua en el caso de la fitohormona y 100cc/litro de agua para el biol. Se aplicó con una frecuencia de 30 días.

### **10.10.5. Registro de datos de campo**

Al ser una especie maderera la teca no presenta un crecimiento rápido, por lo cual se estableció registrar los datos en intervalos de 30 días a partir de la siembra, los datos fueron tabulados usando el programa Microsoft Excel y para el análisis estadístico se utilizó el Software Infostat en su última versión.

### **10.10.6. Labores culturales**

Las labores como control de maleza se realizaron de manera manual, con machetes en el perímetro del lugar y manualmente entre las fundas, el riego fue frecuente cada 2 días en el caso del sustrato aserrín y cada 4 días en el tratamiento con cascarilla de arroz o cuando se notaba las necesidades hídricas de las plantas.

## **11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **11.1. Análisis físico químico de sustratos**

El análisis físico químico de cada uno de los sustratos se realizó en el laboratorio del INIAP. Los resultados del análisis muestran un mayor porcentaje de nitrógeno en el tratamiento 3, con un 2.92% de nitrógeno asimilable, mientras la aplicación de fitohormonas sobre el sustrato con aserrín dio buenos resultados con porcentajes de nitrógeno de 2.67%. Escamilla et. al, (2015) mencionan que la presencia de nitrógeno en el sustrato se da principalmente por la mineralización de la materia orgánica presente tanto en la cascarilla de arroz, como en el aserrín, los cuales al integrarse son las fitohormonas incrementan los niveles de este elemento.

En cuanto al fosforo se puede observar que las mayores concentraciones se dan con el sustrato de cascarilla de arroz y la aplicación de fitohormonas, con el 0.70%, en el análisis de este elemento se puede constatar que el los demás tratamientos no hay diferencia estadística, a diferencia del testigo el cual arrojo valores de 0.46%. Para (Ruiz, 2010), el fosfato tiene mucha importancia en las plantas, especialmente en etapas de almacigo, cuando los requerimientos nutricionales de la planta, incluso en menores cantidades son necesarias para que la planta cumpla su correcto ciclo biológico.

Para el elemento fosforo los porcentajes más elevados se registraron con el tratamiento 3 siendo superior a los demás tratamientos con 7.87%, a su vez que en el tratamiento con sustrato de aserrín y aplicación de fitohormonas se puede constatar porcentajes de 6.17% . en los dos casos se aplicaron fitohormonas como bioestimulante, lo que corrobora la teoría de Bravo, (2019) quien recalca la importancia de las fitohormonas en el desarrollo vegetativo de las plantas, sobre todo en etapa de almacigo, cuando la división celular es necesaria para la elongación de los tallos y formación de nuevas hojas.

En el análisis de suelo se observa que las concentraciones de potasio se incrementan con el sustrato cascarilla de arroz y la aplicación de fitohormonas con porcentajes de 7.48%, en cuanto a los sustratos con aplicación de biol las concentraciones disminuyeron considerablemente con el 5.26% y 5.23% para la cascarilla de arroz y el aserrín respectivamente. Masapanta, (2015) sostiene que la acción de las fitohormonas en el suelo incrementa los niveles de potasio, por lo que contribuye a la absorción de CO<sub>2</sub>, lo que activa las enzimas esenciales para la producción de ATP, que son enzimas esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas, sobre todo en especies leñosas y forestales.

En relación a los microelementos como cobre, boro y magnesio los índices más altos se dieron con el sustrato a base de cascarilla de arroz con valores de 14.26, 51.26 y 312 ppm. respectivamente. (Borjas, Julca, & Alvarado , 2020), mencionan que la importancia de estos micronutrientes se debe en específico a la función que cumplen, en el caso del cobre es necesario para la respiración y evo transpiración, sobre todo en cultivos de follaje denso como la teca o el tabaco, así mismo el boro estimula el crecimiento y elongación del tallo al promover la división celular, el hierro es esencial para la producción de clorofila sobre todo en condiciones de almacigos.

**Tabla 8.** Análisis físico químico por tratamientos.

| <b>Tratamiento</b>         | <b>(%)</b> |          |          |           |           |          |           | <b>ppm.</b> |           |           |           |  |
|----------------------------|------------|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|--|
|                            | <b>N</b>   | <b>P</b> | <b>K</b> | <b>Ca</b> | <b>Mg</b> | <b>S</b> | <b>Cu</b> | <b>B</b>    | <b>Fe</b> | <b>Zn</b> | <b>Mn</b> |  |
| Aserrín +<br>fitohormonas  | 2.67       | 0.53     | 6.17     | 2.16      | 0.83      | 0.92     | 12.16     | 42.17       | 276.20    | 18.00     | 77.28     |  |
| Aserrín + biol             | 2.02       | 0.56     | 5.23     | 2.07      | 0.79      | 0.87     | 12.12     | 38.18       | 265.00    | 17.28     | 75.92     |  |
| C. arroz +<br>fitohormonas | 2.92       | 0.70     | 7.87     | 4.17      | 1.12      | 1.27     | 14.26     | 51.26       | 312.00    | 21.27     | 81.76     |  |
| C. arroz + biol            | 2.00       | 0.52     | 5.26     | 1.90      | 0.63      | 0.73     | 11.00     | 40.28       | 263.32    | 17.24     | 72.00     |  |
| Testigo                    | 2.21       | 0.46     | 6.18     | 1.28      | 0.27      | 0.44     | 9.28      | 31.72       | 218.51    | 11.28     | 58.82     |  |

**Fuente:** Laboratorio de suelos INIAP.

## 11.2. Efecto simple

### 11.2.1. Sustratos

#### Altura de planta (cm)

En el análisis del efecto simple para la variable altura de planta se puede observar que a los 30 días la cascarilla de arroz obtiene alturas superiores, con 14.14 cm, el aserrín se mantiene con 12.78 cm, mientras a los 60 días se mantiene la tendencia del sustrato con cascarilla de arroz, el cual muestra valores de 21.13 cm, a su vez el sustrato elaborado con aserrín alcanzó una altura promedio de 16.21 cm.

En los datos registrados a los 90 días, la mayor altura de planta presentó el sustrato con cascarilla de arroz, el cual obtuvo una altura promedio de 25.47 cm, mientras el sustrato elaborado con aserrín alcanzó los 20.77 cm de altura. Los datos de altura a los 120 días muestran valores superiores en el sustrato cascarilla de arroz, con alturas de 30.90 cm, a su vez el sustrato a base de aserrín alcanzó una altura promedio de 24.91 cm.

**Tabla 9.** Altura de planta por sustratos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis* Linn F.).

| Sustratos   | Edades      |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|             | 30<br>Días  | 60<br>Días  | 90<br>Días  | 120<br>Días |
| Aserrín     | 12.78 b     | 16.21 b     | 20.77 b     | 24.91 b     |
| C. de arroz | 14.14 a     | 21.13 a     | 25.47 a     | 30.90 a     |
| <b>CV %</b> | <b>3.49</b> | <b>1.98</b> | <b>1.98</b> | <b>1.57</b> |

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

#### Diámetro de tronco (cm)

En el análisis de diámetro de tronco por sustratos en los 30 días se puede apreciar que los valores más prominentes son resultado del sustrato con aserrín, cuyo diámetro presentó 0.54 cm, al mismo tiempo a los 60 días los promedios más altos en esta variable se registran con el sustrato empleando aserrín, con 0.64 cm. En la edad de 90 días el mayor diámetro de tronco se obtuvo con el sustrato cascarilla de arroz con 0.96 cm, mientras a los 120 días se obtuvieron mejores resultados con el sustrato aserrín con valores de 1.18 cm. Las diferencias de diámetro entre edades según Rodríguez (2010), se debe a que las plantas, específicamente las de propósito forestal tiende a asimilar mayor cantidad de micronutrientes que son los encargados del

ensanchamiento de células en los primeros días posterior a la siembra, dando como resultado mayores diámetros de tallo, por lo que a partir de los 60 días solo asimilara macro elementos para mantener sus condiciones fisiológicas.

**Tabla 10.** Diámetro de tronco por sustratos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis* Linn F.)

| Sustratos   | Edades      |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|             | 30<br>Días  | 60<br>Días  | 90<br>Días  | 120<br>Días |
| Aserrín     | 0.54 a      | 0.64 a      | 0.94 a      | 1.18 a      |
| C. de arroz | 0.48 b      | 0.55 b      | 0.96 a      | 1.06 b      |
| <b>CV %</b> | <b>5.64</b> | <b>5.70</b> | <b>2.67</b> | <b>2.08</b> |

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

### 11.2.2. Bioestimulantes

#### Altura de planta (cm)

En la tabla 11 se detalla la altura de planta por bioestimulantes, donde se evidencia que a los 30 días la mayor altura de planta se dio con la aplicación del biol, alcanzando los 13.97 cm, en cuanto a los 60 días la mayor altura de planta se obtuvo con el bioestimulante biol con alturas de 18.72 cm, sin embargo, no se observa diferencias estadísticas en comparación con la acción de las fitohormonas, la cual alcanzo los 18.62 cm de altura. La altura a los 90 días se presentó similitud en ambos bioestimulantes, con valores de 23.20 y 23.04 cm tanto para el biol como para la fitohormona. En los 120 días se observa que se incrementa la altura de planta con la aplicación de biol, el cual registra 28.68 cm, mientras las fitohormonas alcanzaron un promedio dio de altura de 27.13 cm. En este caso (Sanchez & Bardales, 2019), explican que se debe a la estimulación y fortalecimiento que el biol desarrolla en las plantas, además favorece la actividad simbiótica de las raíces y los sustratos.

**Tabla 11.** Altura de planta por bioestimulantes en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis* Linn F.)

| Bioestimulantes | Edades      |             |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                 | 30<br>Días  | 60<br>Días  | 90<br>Días  | 120<br>Días |
| Biol            | 13.97 a     | 18.72 a     | 23.20 a     | 28.68 a     |
| Fitohormonas    | 12.95 b     | 18.62 a     | 23.04 a     | 27.13 b     |
| <b>CV %</b>     | <b>3.49</b> | <b>1.98</b> | <b>1.98</b> | <b>1.57</b> |

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

### Diámetro de tronco (cm)

La tabla 11 evidencia que el mayor diámetro de tronco se obtiene con el bioestimulante biol, alcanzando los 0.59 cm en los 30 días, a los 60 días el mejor resultado para esta variable se logró con el bioestimulante biol, con 0.69 cm de diámetro. A la edad de 90 días el diámetro de tronco con mejores resultados se registró con el biol el cual obtuvo 1.13 cm. Mientras a los 120 días el diámetro de tronco más alto se alcanzó con el bioestimulante biol, con un promedio de 1.28 cm.

El análisis por bioestimulantes refleja al biol como el que presento mejores resultados, según (Bravo & Quimis, 2015), la acción del biol se basa en que mejora la fertilidad del suelo donde se aplique, al mismo tiempo incrementa la actividad microbiana del suelo, favoreciendo su salinidad, aumentando las defensas biológicas de la planta, logrando un mayor desarrollo de los tejidos.

**Tabla 12.** Diámetro de tronco por bioestimulantes en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis* Linn F).

| Bioestimulantes | Edades      |             |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                 | 30<br>Días  | 60<br>Días  | 90<br>Días  | 120<br>Días |
| Biol            | 0.59 a      | 0.69 a      | 1.13 a      | 1.28 a      |
| Fitohormonas    | 0.43 b      | 0.50 b      | 0.77 b      | 1.06 b      |
| <b>CV %</b>     | <b>5.64</b> | <b>5.70</b> | <b>2.67</b> | <b>2.08</b> |

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

### 11.3. Interacciones

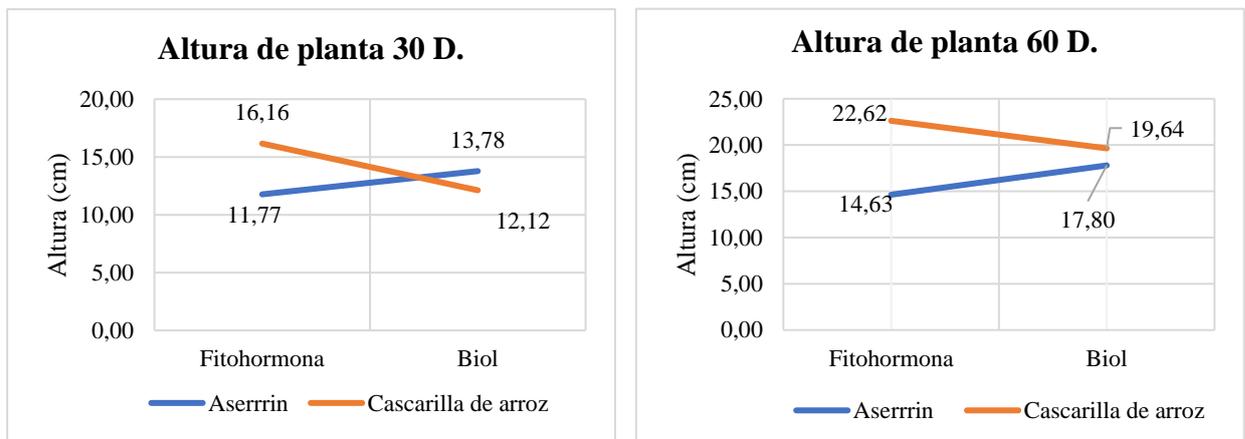
#### Altura de planta (cm)

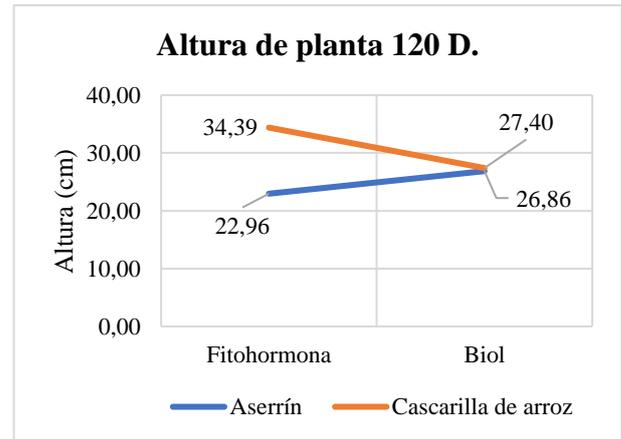
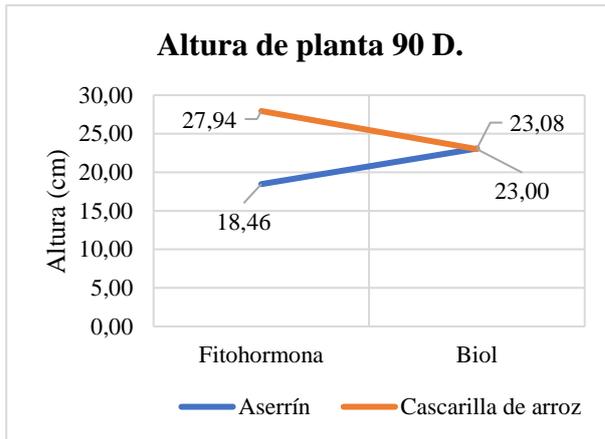
La figura 1 muestra la interacción entre los sustratos y los bioestimulantes, donde se observa a los 30 días la mejor interacción correspondiente al sustrato cascarilla de arroz con aplicaciones de fitohormonas, cuyo resultado es de 16.16 cm, mientras que la incorporación de biol en el tamo de arroz tuvo un significativo desarrollo con 13.78 cm. En este caso (Borjas et. al, 2020) manifiesta que, en las plantas perennes, sobre todo en etapa de almácigo las fitohormonas son asimiladas de manera más efectiva en los primeros días a partir de la siembra. A los 60 días los mejores resultados se evidencian con la cascarilla de arroz en combinación con las fitohormonas presentan un mejor resultado, con alturas de 22.62 cm, a su vez este mismo sustrato con la

aplicación de biol, al mismo tiempo la aplicación del biol presento una altura promedio de 19.64 cm. El sustrato aserrín obtuvo resultados similares con la aplicación de biol con 17.80 cm, lo que concuerda con lo expuesto por (Correa et. al, 2013) las fitohormonas no tienen una sola función en específico, al contrario, su efecto puede ser en diversas partes de la planta según el método de aplicación, en el caso de la teca la fitohormona estimulo su crecimiento en ambos sustratos utilizados.

En la altura de planta a los 90 días se evidencia que los resultados más altos se dieron con la fitohormona aplicado en el sustrato cascarilla de arroz, el cual presento alturas de 27.94 cm, sin embargo, la aplicación de biol en el sustrato a base de cascarilla de arroz y en el aserrín presento resultados sin diferencia estadística con 23.08 y 23.00 cm respectivamente. La altura de planta evaluada a los 120 días presento resultados superiores con el sustrato cascarilla de arroz, aplicado las fitohormonas, cuyos promedios fueron de 34.39 cm, al mismo tiempo los efectos del biol, tanto en la cascarilla de arroz como en el sustrato aserrín fueron similares con 27.40 y 26.86 en ese orden. En investigaciones de plantas de teca en vivero, con diferentes bioestimulantes (Villacis, 2019), comprobó que los efectos de las fitohormonas están relacionados con el sustrato que se utilice, es decir que sus beneficios se notan en aplicaciones a edades tempranas cuando las fitohormonas cumplen con su función de elongación celular, mientras el biol al ser un bioestimulante orgánico presenta resultados similares con ambos casos, adaptándose a cualquier sustrato con buenos resultados. (Villacis, 2019)

**Figura 1.** Interacción de la altura de planta de teca (*Tectona grandis* Linn F) en diferentes edades.





Elaborado por: (Guamangate y Orovio 2021).

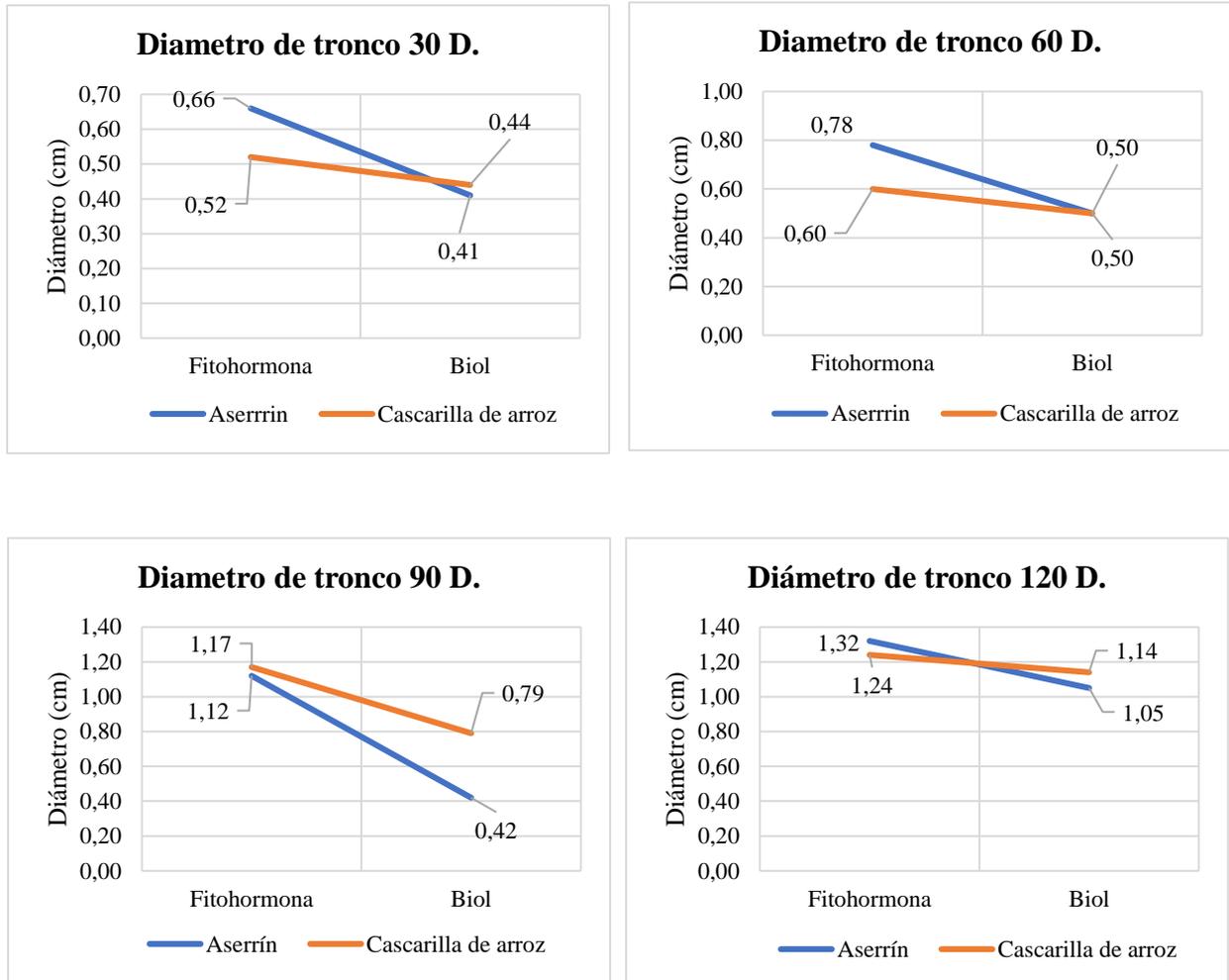
### Diámetro de tronco

En la interacción de los sustratos y los bioestimulantes para la variable diámetro de tronco a los 30 días se observa los valores más altos con la fitohormona y el sustrato a base de aserrín, alcanzando los 0.66 cm, el bioestimulante biol no presentó diferencias estadísticas, con diámetros de tronco de 0.44 y 0.41 cm en ambos sustratos. En los 60 días el sustrato con índices más altos de diámetro registró el aserrín con aplicaciones de fitohormonas dando un promedio de 0.78 cm de diámetro. Para el sustrato cascarilla de arroz el promedio de diámetro fue de 0.50 cm con ambos bioestimulantes.

Los resultados a los 90 días presentan mayor diámetro con el aserrín y la aplicación de fitohormonas, cuyos valores resultaron de 1.17 cm, mientras con la aplicación de biol en el mismo sustrato se obtuvo valores de 1.12 cm, sin presentar variaciones estadísticas. Los resultados a los 120 días muestran que el mayor diámetro de tronco se registró con la aplicación de fitohormonas y el sustrato aserrín el cual presentó resultados de 1.32 cm.

En este caso (Bravo A. , 2019) manifiesta que a pesar que las fitohormonas estimulan el desarrollo de tejidos en edades tempranas, se mantienen constantemente en la planta, incrementando su desarrollo, sobre todo de los tejidos verdes. Sin embargo (Sanchez & Bardales, 2019), mencionan que el efecto del biol, al ser producto de la descomposición anaeróbica de materia orgánica, sus efectos son notorios en periodos de tiempo más prolongado, pero estas propiedades permanecen por mayor tiempo en la planta.

**Figura 2.** Interacción del diámetro de tronco de las plantas de teca (*Tectona grandis* Linn F) en diferentes edades.



Elaborado por: (Guamangate & Orovio 2021).

## 11.4. Tratamientos

### 11.4.1. Días a la germinación

En cuanto a los días a la germinación los mejores resultados se evidencian con el tratamiento cascarilla de arroz con la aplicación de fitohormonas alcanzando los 16.24 días a la germinación, mientras el tratamiento testigo alcanzo mayores días a la germinación con 32.34 días a partir de la siembra. Los resultados en la presente investigación son superiores a los obtenidos por (Ruso, Veiman , & Osman, 2017), utilizando fitohormonas acido ascórbico presento germinación a los 19 días posterior a la siembra. Sin embargo, los datos obtenidos son inferiores a los establecidos por (Villacis, 2019), con la aplicación de fitohormonas de crecimiento obtuvo plántulas germinadas a los 14 días.

**Tabla 13.** Días a la germinación por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis* Linn F).

| <b>Tratamiento</b>           | <b>Días</b> |   |
|------------------------------|-------------|---|
| Aserrín + fitohormonas       | 25.16       | c |
| Aserrín + biol               | 23.12       | c |
| C. arroz + fitohormonas      | 16.24       | a |
| C. arroz + biol              | 19.24       | b |
| Tierra de sembrado (Testigo) | 32.34       | d |
| <b>CV %</b>                  | <b>2.35</b> |   |

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

#### 11.4.2. Porcentaje de germinación (%)

La tabla 13 presenta el porcentaje de germinación, donde se observa que el mayor porcentaje resulto con el sustrato cascarilla de arroz y las fitohormonas con el 100% de semillas germinadas, mientras en los demás tratamientos no se mostraron variaciones estadísticas, a diferencia del testigo el cual obtuvo un porcentaje de germinación de 98%. Este porcentaje de germinación es superior al de (Gonzalez & Leveron, 2019), en investigaciones sobre los métodos de escarificación, determinaron un 97.75% con la escarificación mecánica, por otro lado (Correa, et al. 2013) registraron un ámbito de dispersión amplio al obtener el 90% de germinación con diferentes genotipos de teca, del mismo modo los resultados son superiores a los que obtuvo (Bravo & Quimis, 2015), utilizando dos tipos de sustrato presentaron porcentajes de 83.60%. A su vez lado, (Villacis, 2019) alcanzo valores inferiores comparados con la presente investigación con 80.67% en su investigación usando cuatro fuentes de germoplasma.

**Tabla 14.** Porcentaje de por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis* Linn F).

| <b>Tratamiento</b>           | <b>%</b>    |     |
|------------------------------|-------------|-----|
| Aserrín + fitohormonas       | 99.46       | a   |
| Aserrín + biol               | 99.60       | a   |
| C. arroz + fitohormonas      | 100.00      | a   |
| C. arroz + biol              | 99.20       | a b |
| Tierra de sembrado (Testigo) | 98.00       | b   |
| <b>CV %</b>                  | <b>2.35</b> |     |

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

#### 11.4.3. Numero de hojas

El mayor número de hojas se registró con el sustrato cascarilla de arroz y la aplicación de fitohormonas con resultados de 5.36 hojas a los 30 días, en los 60 días los resultados más

promisorios se registraron con el tratamiento 3 de igual manera presento un número de hojas de 6.59 hojas, mientras en los 90 días los mejores resultados presento el tratamiento 3 con 8.48 hojas por planta. En los 120 días se obtuvo mayor número de hojas en el sustrato cascarilla de arroz más fitohormonas con 9.56 hojas por unidad experimental, resultado inferior al presentado por (Ruso, Veiman , & Osman, 2017) quien obtuvo 7.50 hojas en promedio utilizando ácido ascórbico, en el caso de (Bravo & Quimis, 2015), sus resultados superaron a los del presente estudio, dando como resultado 9.52 hojas promedio en tratamientos utilizando sustrato de tierra más harina de roca.

**Tabla 15.** Numero de hojas por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis Linn F*).

| Tratamiento                  | Edades      |   |             |   |             |   |             |   |
|------------------------------|-------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|
|                              | 30 días     |   | 60 días     |   | 90 días     |   | 120 días    |   |
| Aserrín + fitohormonas       | 3.80        | c | 4.44        | c | 4.64        | d | 4.88        | c |
| Aserrín + biol               | 4.56        | b | 5.44        | b | 6.72        | b | 7.80        | b |
| C. arroz + fitohormonas      | 5.36        | a | 6.59        | a | 8.48        | a | 9.56        | a |
| C. arroz + biol              | 4.44        | b | 4.84        | c | 5.72        | c | 7.72        | b |
| Tierra de sembrado (Testigo) | 2.56        | d | 3.24        | d | 3.60        | d | 4.88        | d |
| <b>CV %</b>                  | <b>7.50</b> |   | <b>6.08</b> |   | <b>2.76</b> |   | <b>2.60</b> |   |

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

#### 11.4.4. Altura de planta (cm)

La mayor altura de planta se obtuvo con el tratamiento 3 a los 30 días, con valores de 16.16 centímetros, siendo inferiores a los presentados por (Correa, et al. 2013), en su estudio con 17.32 cm. A los 60 días los resultados más prominentes y obtuvieron con el sustrato cascarilla de arroz más fitohormonas con resultados de 22.62 centímetros de altura, mientras (Estrada, et. al 2015) supero estos resultados con una altura promedio de 23.9 cm. en esta edad utilizando formulación de sustrato comerciales . En los 90 días los mejores datos de altura se obtuvieron con el tratamiento 3 alcanzando los 27.94 centímetros de altura, siendo superiores a (Fleitas et. al, 2011), 22.50 con la incorporación de auxinas.

En los datos registrados a los 120 días se evidencia una mayor altura de planta con el tratamiento sustrato cascarilla de arroz y fitohormonas con 34.39 cm, siendo inferior a los resultados de (Villacis, 2019), el cual alcanzo alturas de 35.50 cm con fitohormonas a base de citoquininas, mientras que superaron a la altura de planta registrada por (Ruso, Veiman , & Osman, 2017),

con 27.60 cm, utilizando fitohormonas compuestas por tiaminas. En tal caso (Telenchana, 2018), sostiene que los beneficios de la cascarilla de arroz usado como sustrato radica en la retención de humedad de este, reduciendo el estrés hídrico en los almácigos, por lo que la planta se desarrollara de mejor manera.

**Tabla 16.** Altura de planta por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis* Linn F).

| Tratamiento                  | Edades      |     |             |   |             |   |             |   |
|------------------------------|-------------|-----|-------------|---|-------------|---|-------------|---|
|                              | 30 días     |     | 60 días     |   | 90 días     |   | 120 días    |   |
| Aserrín + fitohormonas       | 11.77       | c   | 14.63       | d | 18.46       | c | 22.96       | c |
| Aserrín + biol               | 13.78       | b   | 17.80       | c | 23.08       | b | 26.86       | b |
| C. arroz + fitohormonas      | 16.16       | a   | 22.62       | a | 27.94       | a | 34.39       | a |
| C. arroz + biol              | 12.12       | b c | 19.64       | b | 23.00       | b | 27.40       | b |
| Tierra de sembrado (Testigo) | 9.52        | d   | 11.33       | d | 14.30       | d | 18.41       | d |
| <b>CV %</b>                  | <b>3.46</b> |     | <b>2.28</b> |   | <b>2.50</b> |   | <b>1.55</b> |   |

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

#### 11.4.5. Diámetro de tronco (cm)

El mayor diámetro de tronco presento el tratamiento 1 con un diámetro promedio de 0,66 centímetros, datos superiores a los de la investigación de (Bravo & Quimis, 2015), con medias de 0.21 cm, de la misma manera superaron al diámetro expuesto por (Correa, et al. 2013) con 0.45 cm. En los datos registrados a los 60 días los mayores resultados se obtuvieron con el sustrato aserrín más fitohormonas alcanzando los 0.78 centímetros de diámetro, los cuales fueron similares a los resultados de (Estrada, et. al 2015), quien presento alturas de 0.73 cm. En los 90 días se obtuvieron mejores resultados de diámetro con el tratamiento 1 con valores de 1.12 centímetros. Finalmente, en los 120 días se obtuvieron mejores diámetros con la aplicación de fitohormonas en el sustrato aserrín con valores de 1.32 centímetros. En esta variable el sustrato juega un papel importante, según (Porta & Jimenez, 2020). el aserrín al retener la humedad la planta aprovecha la aplicación de los bioestimulantes, reteniéndola por más tiempo en la superficie y siendo asimilado de mejor manera por las plántulas.

**Tabla 17.** Diámetro de tronco por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis* Linn F).

| Tratamiento                  | Edades      |   |             |   |             |   |             |   |
|------------------------------|-------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|
|                              | 30 días     |   | 60 días     |   | 90 días     |   | 120 días    |   |
| Aserrín + fitohormonas       | 0.66        | a | 0.78        | a | 1.12        | a | 1.32        | a |
| Aserrín + biol               | 0.41        | c | 0.50        | c | 0.77        | b | 1.05        | c |
| C. arroz + fitohormonas      | 0.52        | b | 0.60        | b | 1.15        | a | 1.24        | b |
| C. arroz + biol              | 0.44        | c | 0.50        | c | 0.77        | b | 1.07        | c |
| Tierra de sembrado (Testigo) | 0.13        | d | 0.25        | d | 0.55        | c | 1.03        | c |
| <b>CV %</b>                  | <b>5.90</b> |   | <b>5.36</b> |   | <b>3.71</b> |   | <b>2.50</b> |   |

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

### 11.5. Análisis económico por tratamiento

Para el análisis económico por tratamiento se tomó en cuenta los precios de plántulas de teca se hizo un monitoreo de costos de las plántulas de teca en el mercado de viveristas para establecer un precio referencial por plántula, siendo multiplicado por el número total de plantas de cada tratamiento, posteriormente se calculó el total de ingresos, beneficio neto por tratamiento y la relación beneficio costo.

El tratamiento con mayor costo de producción fue T4, con \$12.21, mientras en más rentable y que mejores características vegetativas presento fue el tratamiento 3, con \$12.15. El T5 obtuvo menores costos con \$8.30. En cuanto a los mayores ingresos económicos al contar con una cantidad homogénea de plantas se observó un ingreso de USD 18.90 en todos los tratamientos. En la relación beneficio costo el tratamiento con mayor rentabilidad se presento con el sustrato cascarilla de arroz y la aplicación de fitohormonas, con USD 7.21.

En este punto cabe aclarar, si bien el testigo implica menores costos de producción al no incorporar ningún sustrato ni aplicar bioestimulantes, las plántulas obtenidas no presentaron buenas condiciones para la venta, por lo que no tiene valor comercial.

**Tabla 18.** Análisis económico por tratamientos en la evaluación de tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (*Tectona grandis* Linn F).

| Rubros                        | Costos USD      |                     |              |                     | Testigo     |
|-------------------------------|-----------------|---------------------|--------------|---------------------|-------------|
|                               | Fitohormonas    |                     | Biol         |                     |             |
|                               | Aserrín         | Cascarilla de arroz | Aserrín      | Cascarilla de arroz |             |
| <b>Insumos</b>                |                 |                     |              |                     |             |
| Semillas                      | 3.17            | 3.17                | 3.17         | 3.17                | 3.17        |
| Aserrín                       | 1.19            |                     | 1.19         |                     |             |
| Cascarilla de arroz           |                 | 1.25                |              | 1.25                |             |
| Fitohormonas                  | 1.40            | 1.40                |              |                     |             |
| Biol                          |                 |                     | 1.82         | 1.82                |             |
| <b>Subtotal</b>               | <b>5.76</b>     | <b>5.82</b>         | <b>6.18</b>  | <b>6.24</b>         | <b>3.17</b> |
| <b>Materiales</b>             |                 |                     |              |                     |             |
| Plástico (PE)                 | 0.46            | 0.46                | 0.46         | 0.46                | 0.46        |
| Bomba manual                  | 0.41            | 0.41                | 0.41         | 0.41                |             |
| Sunchos                       | 0.66            | 0.66                | 0.66         | 0.66                | 0.66        |
| Cañas de guadua               | 0.44            | 0.44                | 0.44         | 0.44                | 0.44        |
| Fundas de polietileno         | 0.58            | 0.58                | 0.58         | 0.58                | 0.58        |
| <b>Subtotal</b>               | <b>2.55</b>     | <b>2.55</b>         | <b>2.55</b>  | <b>2.55</b>         | <b>2.14</b> |
| <b>Labores</b>                |                 |                     |              |                     |             |
| Labores culturales            | 1.28            | 1.28                | 1.28         | 1.28                | 1.28        |
| Siembra                       | 0.43            | 0.43                | 0.43         | 0.43                | 0.43        |
| Control de malezas            | 0.43            | 0.43                | 0.43         | 0.43                | 0.43        |
| Aplicación de bioestimulantes | 0.43            | 0.43                | 0.43         | 0.43                |             |
| Mantenimiento del vivero      | 0.85            | 0.85                | 0.85         | 0.85                | 0.85        |
| <b>Subtotal</b>               | <b>3.42</b>     | <b>3.42</b>         | <b>3.42</b>  | <b>3.42</b>         | <b>2.99</b> |
| <b>Total/Tratamiento USD</b>  | <b>11.73</b>    | <b>11.79</b>        | <b>12.15</b> | <b>12.21</b>        | <b>8.30</b> |
| <b>Rubros</b>                 | <b>INGRESOS</b> |                     |              |                     |             |
| Plantas/tratamiento           | 21.00           | 21.00               | 21.00        | 21.00               | 21.00       |
| *Precio/planta                | 0.90            | 0.90                | 0.90         | 0.90                | 0.90        |
| Total de Ingresos             | 18.90           | 18.90               | 18.90        | 18.90               | 18.90       |
| Beneficio Neto                | 7.17            | 7.21                | 6.75         | 6.69                | 10.60       |
| RB/C                          | 0.61            | 0.60                | 0.56         | 0.55                | 1.28        |

\*Precio por plántula de acuerdo a viveros del sector.

**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

## 12. IMPACTOS

### Ambientales

Los impactos ambientales fueron positivos, al usar los bioestimulantes de origen orgánico como el biol y un producto biológico como las fitohormonas no hubo contaminación de suelo ni agua, por otro lado, con el uso de sustratos totalmente orgánicos, se incentiva a los productores de

plántulas a elaborar sus propios sustratos, con materia prima de la zona y sin utilizar insumos químicos. Las labores culturales de la misma manera fueron manuales, evitando utilizar productos químicos, lo que contribuye al cuidado del ambiente practicando una agricultura sustentable para las demás generaciones.

### **Económicos**

En cuanto a los impactos económicos en el proyecto se utilizaron materia prima de la zona, reduciendo los costos de producción de las plántulas de teca, esto sumado al manejo orgánico que se le da al producto, constituyen un valor agregado a las plántulas. Con el uso de bioestimulantes como el biol, que son fáciles de elaborar y sin recurrir en gastos excesivos representa una disminución en los costos de producción de plántulas de teca, lo que representa un mayor beneficio económico.

### **Sociales**

Las actividades como elaboración de sustratos o la preparación del biol se las puede realizar con los miembros de la familia o hasta con los vecinos del sector, en este aspecto el proyecto trata de vincular a la sociedad mediante la colaboración de todos quienes se involucren en el trabajo de producción de este tipo de plántulas. Al finalizar el proyecto con la entrega de plantas a los moradores del sector se motivó a realizar estos trabajos mediante la socialización y colaboración de todos los involucrados.

### 13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

**Tabla 19.** Presupuesto de la investigación

| <b>Insumos</b>                     | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unit</b> | <b>Precio total</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| Semillas                           | Funda *1000   | 1               | 63.50              | 63.50               |
| Aserrín                            | Saco          | 2               | 2.50               | 5.00                |
| Cascarilla de arroz                | Saco          | 2               | 3.50               | 7.00                |
| Fitohormonas                       | Litro         | 1               | 17.00              | 17.00               |
| Biol                               | Litro         | 1               | 6.50               | 6.50                |
| Plástico (PE)                      | Rollo         | 3               | 27.50              | 82.50               |
| Bomba manual                       | Unidad        | 2               | 13.00              | 26.00               |
| Sunchos                            | Rollo         | 1               | 22.00              | 22.00               |
| Cañas de guadua                    | Unidad        | 25              | 1.25               | 31.25               |
| Fundas de polietileno              | Paquete *500  | 1               | 2.50               | 2.50                |
| Flexómetro                         | Unidad        | 2               | 1.50               | 3.00                |
| Calibrador digital                 | Unidad        | 1               | 28.00              | 28.00               |
| Herramientas                       | Unidad        | 1               | 35.00              | 35.00               |
| Construcción de la infraestructura | Jornal        | 4               | 15.00              | 60.00               |
| Labores culturales                 | Jornal        | 10              | 15.00              | 150.00              |
| Siembra                            | Jornal        | 2               | 15.00              | 30.00               |
| Control de malezas                 | Jornal        | 5               | 15.00              | 75.00               |
| Aplicación de bioestimulantes      | Jornal        | 4               | 15.00              | 60.00               |
| Mantenimiento del vivero           | Jornal        | 8               | 15.00              | 120.00              |
| Transporte                         | Unidad        | 2               | 15.00              | 30.00               |
| Otros gastos                       | Unidad        | 1               | 50.00              | 50.00               |
| <b>Total USD</b>                   |               |                 |                    | <b>904.25</b>       |

**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos en la investigación se concluye:

- El sustrato más adecuado para la siembra de teca es la cascarilla de arroz, con mejores datos de altura de planta, número de hojas, así como menor tiempo de germinación y un mejor porcentaje de germinación.
- La interacción con mejores resultados se presentó con el sustrato cascarilla de arroz y la aplicación de fitohormonas, presentando mejores condiciones de la planta para su comercialización, sin embargo, para la variable diámetro de tronco se obtuvo mejores resultados con la aplicación de biol en el sustrato aserrín.
- En el aspecto económico la utilización de cascarilla de arroz como sustrato con aplicaciones de biol presentó menores gastos, no obstante, las plántulas no obtuvieron las mejores características morfológicas, a diferencia del T3 en donde los costos no fueron elevados, pero las plántulas presentaron mejores características para su comercialización.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis que versa: Al menos uno de los sustratos en combinación con bioestimulantes en estudiado tendrá efecto sobre la germinación y desarrollo de la de las plántulas de teca.

### Recomendaciones

- En el cultivo de teca se recomienda usar sustrato a base de cascarilla de arroz en combinación con fitohormonas para obtener plántulas de excelente calidad y a un costo aceptable.
- Incentiva la producción de plántulas usando sustratos elaborados a base de productos orgánicos como una alternativa para el cuidado del medio ambiente.
- Continuar con estudios en teca, sobre todo en condiciones de almacigo, que es la etapa más crucial del cultivo, sumado a su importancia en el ámbito agrícola de la zona, al ser una especie con alto valor comercial.

## 14. BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, X. (2016). Indicadores de productividad de teca en cuatro cantones de la provincia de Los Ríos año 2015. Tesis de Posgrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Quevedo.
- Aguirre, N. (2013). Métodos de desinfección de sustrato para el control de Damping-Off en semillero de teca (*Tectona grandis* Linn F.), bajo invernadero en la empresa de SERAGROFOREST. Santo Domingo de los Tsáchilas.
- Alcantara , J., Acedo, J., Alcantara, J., & Sanchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Revista Nova*, 3-5.
- Balaguera, H., Salamanca, F., & Garcia, J. (2014). Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6-18.
- Borjas, E., Julca, O., & Alvarado , L. (2020). Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 13-15.
- Bracho, J., Pierre, F., & Quiroz, A. (2009). Caracterización de componentes de sustratos locales para la producción de plántulas de hortalizas en el estado Lara, Venezuela. *Revista Bioagro*, 7-11.
- Bravo, A. (2019). Germinación y crecimiento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) Y *Gmelina arborea* Roxb. (Melina) con dos tipos de sustratos y dos tipos de bioles en el cantón Quevedo. Tesis de Grado, Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Quevedo.
- Bravo, A., & Quimis, P. (2015). Estudio descriptivo de la Producción, Comercialización y Logística de Exportación a la India de la madera de Teca *Tectona grandis* y su proceso de industrialización como cambio de la matriz productiva. Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas, Guayaquil.
- Correa, E., Espitia, M., Araméndiz, H., Murillo, O., & Pastrana, I. (2013). Variabilidad genética en semillas de árboles individuales de *Tectona grandis* L.f. en la conformación de lotes mezclados en Córdoba, Colombia. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 4-7.

- Escamilla, N., Obrador, J., Carrillo, E., & Palma, D. (2015). Uso de fertilizantes de liberación controlada en plantas de teca (*Tectona grandis*), en la etapa de vivero. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 4-12.
- Estrada, E. (2010). Manual Elaboración de Abonos Orgánicos Sólidos, Tipo Compost. PROETTAPA, 15.
- Fleitas, Y., Perez, M., Echeverria, P., Gonzalez, A., & Placencia, T. (2011). Evaluación del comportamiento de descendencias y procedencias de *Tectona grandis* (L. F) en Pinar del Río, Cuba. Tesis de Grado, Instituto de Investigaciones Forestales de Cuba, Estación Experimental Forestal Viñales.
- Gamboa, M. (2016). Hormonas vegetales. *Botánica General*, 13-16.
- Ginocchio, R., & Narvaez, J. (2012). Importancia de la forma química y de la matriz del sustrato en la toxicidad por cobre en *Noticastrum sericeum* (Less.). *Revista chilena de historia natural*, 9-14.
- Gonzalez, M., & Leveron, A. (2019). Respuesta de *Tectona grandis* L.F. [Teca] a 15 tratamientos pregerminativos en vivero. *TATASCAN Revista Técnico Científica*, 11-16.
- Gracia, S., & Perez, O. (2013). Tizón foliar de la teca en vivero causada por *Ralstonia solanacearum* Biovar 4 en Tabasco, México. *Revista Investigación y Ciencia*, 12-15.
- Hernandez, E. (2009). Propiedades Hídricas en Mezclas de Sustratos con Diferentes Proporciones y Tamaños de Partícula. Tesis de Maestría, Universidad de Nuevo Leon, Colegio de Postgraduados, Edo. de México.
- Lucia, S., & Dania, W. (2010). "Implementación de un vivero forestal y ornamental.
- Masapanta, C. (2011). Propagación vegetativa del Pachaco (*Schizolobium parahybum*), con la utilización de hormonas ANA y AIB. Tesis de Grado, Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Quevedo.
- Meza, A., Rodriguez, J., Gatti, K., & Espinoza, E. (2015). Propagación de arboles de teca *Tectona Grandis* L. f. por miniestacas. *Revista Temas Agrarios*, 3-7.

- Moreno, M., & Oropeza, M. (2017). Efecto de las hormonas vegetales y el fotoperiodo en la producción de microtubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Colombiana de Microbiología*, 7-10.
- Ortiz, R., Valencia, E., & Lopez, J. (2019). Participación de las citocininas en la estimulación del crecimiento vegetal por *Bacillus megaterium*. *Revista Biológicas*, 8-11.
- Pastor, J. (1999). Utilización de sustratos en viveros.
- Perez, M. (2015). La aplicación de beneficios tributarios en nuevas inversiones en el cantón El Empalme. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Economicas, Guayaquil.
- Porta, E., & Jimenez, G. (2020). Papel de las hormonas vegetales en la regulación de la autofagia en plantas. *Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 7-9.
- Quilimbaqui, J. (2013). El efecto de las fitohormonas en las plantas. *Revista La Granja*, 9-12.
- Restrepo, J. (2002). Elaboración de abonos orgánicos, fermentados y biofertilizantes foliares. San José.
- Rodriguez, e. a. (2010). Cachaza como sustrato para la producción de plántula de tomate.
- Rodríguez, M. (2010). Mezcla de sustratos artificiales.
- Ruiz, R. (2010). Fertilización con fosforo en el almacigo. *Revista IPA La Platina*, 7-12.
- Ruso, R., Veiman , A., & Osman, C. (2017). Efecto de las vitaminas B1, C y E como bioestimulantes en el crecimiento de plántulas de Teca (*Tectona grandis* L.f.) en condiciones de vivero en la región tropical húmeda de Costa Rica. *Revista Earth*, 8-11.
- Sadeghian, S. (2013). Fertilizacion del suelo y nutricion de cafe. Centro Nacional de Investigaciones de Café "Pedro Uribe Mejía", Bogotá.
- Sanchez, J., & Bardales, C. (2019). Evaluación de las concentraciones de Nitrógeno, Fósforo y Potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Revista Arnaldoa*, 9-13.

- Suquilanda, M. (1996). Alternativa tecnológica del futuro. Quito.
- Telenchana, J. (2018). Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Tesis de Grado, Universidad Técnica de Amabato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ambato.
- Toledo, R. (2006). Coconut fiber and foliar.
- Tombion , L., Puerta, A., Barbaro, L., Karlanian , M., Sangiacomo, M., & Garbi, M. (2016). Características del sustrato y calidad de plantines de lechuga (*Lactuca sativa* L.) según dosis de lombricompuesto. *Revista Agro-Ciencia*, 12-17.
- Villacis, J. (2019). Evaluación de la germinación y crecimiento de Teca (*Tectona grandis*) de cuatro fuentes semilleras. Tesis de Posgrado, Universidad El Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana, Tegucigalpa.
- Warnars, L., & Oppenoorth, H. (2014). Estudio sobre el biol, sus efectos y resultados. *Fertilizantes supremos*, 14.
- Zamora, B. (2005). Formulación de mezclas de sustratos mediante programación lineal.

## 15. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de vida del docente tutor

### CRISTIAN SANTIAGO TAPIA RAMÍREZ

#### DATOS PERSONALES:

**Fecha de nacimiento:** 25 de marzo de 1984

**Celular:** 0995544478.

**E-mail:** cristian.tapia4416@utc.edu.ec



#### INSTRUCCIÓN FORMAL.

##### **MAESTRÍA EN RIEGO Y DRENAJE.**

**Fecha:** junio 2017

**Lugar:** Universidad Agraria, Guayaquil (Ecuador)

**Título de Tesis:** Estudio para la tecnificación de un sistema de riego por goteo para 60 hectáreas.

##### **INGENIERO AGRÓNOMO.**

**Fecha:** octubre 2009

**Lugar:** Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba (Ecuador).

**Título Tesis:** “Establecimiento de una red de monitoreo participativo de caudales en los afluentes de la microcuenca alta del Rio Guargualla para conocer la Oferta Hídrica”.

##### **BACHILLER EN FÍSICA Y MATEMÁTICAS.**

**Fecha:** Julio 2002.

**Lugar:** Colegio Particular Técnico Industrial “Hermano Miguel”. Latacunga (Ecuador).

#### EXPERIENCIA PROFESIONAL.

Octubre 2018 – Septiembre 2020.

**Cargo:** Docente Tiempo Completo

**Institución:** Universidad Técnica de Cotopaxi

#### **Actividades Desempeñadas:**

- Docente de la Carrera de Ingeniería Agronómica en las Asignaturas de: Riego y Drenaje, Agrometeorología, Olericultura y Topografía.

Anexo 2. Hoja de vida de las estudiantes investigadoras

## Orovio Indio Doris Patricia

### INFORMACIÓN PERSONAL

**Cédula de Identidad:** 0504051327

**Lugar y fecha de nacimiento:** La Maná, 18 de enero de 1997

**Domicilio:** Los Álamos y Esmeraldas

**Teléfonos:** 0980563201

**Correo electrónico:** patricia\_alava97@hotmail.com



### ESTUDIOS REALIZADOS

**Segundo Nivel:** Unidad Educativa “Ciudad de Valencia”

**Tercer Nivel:** Universidad Técnica de Cotopaxi

### TÍTULOS

- Maestra de Taller en “CORTE, CONFECCIÓN Y BORDADO”
- Bachiller Agropecuarios “Producción Agropecuaria”

### IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

### CURSOS DE CAPACITACIÓN

❖ **Seminario: “III CONGRESO SOBRE LA MOSCA DE LA FRUTA”**

**Dictado:** Agrocalidad y Universidad Técnica De Cotopaxi.

**Lugar y fecha:** La Mana 19, 20, y 21 de junio del 2019

**Tiempo:** 40 horas

❖ **Seminario: II Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias para la “Soberanía Alimentaria”**

**Dictado:** Universidad Estatal Península de SANTA ELENA

**Lugar y fecha:** Santa Elena 13, 14, y 15 de noviembre del 2019

**Tiempo:** 40 horas

## Guamangate Pastuña Yessica Maribel

### INFORMACIÓN PERSONAL

**Cédula de Identidad:** 050433424-4

**Lugar y fecha de nacimiento:** La Maná, 15 de abril de 1994

**Estado Civil:** Soltero

**Domicilio:** Las Mercedes del Norte el CARMEN

**Teléfonos:** 09990320081

**Correo electrónico:** 97jessiguaman@gmail.com



### ESTUDIOS REALIZADOS

**Segundo Nivel:** Instituto Tecnológico Superior La Maná

**Tercer Nivel:** Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

### TÍTULOS

Bachiller en Químico Biólogo

### IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés

### CURSOS DE CAPACITACIÓN

❖ **Seminario: I Jornadas Científicas Agronómicas**

**Dictado:** Universidad Técnica de Cotopaxi “Extensión La Maná”

**Lugar y fecha:** La Maná 20, 21, 22, 23 y 24 de junio del 2016.

**Tiempo:** 60 horas

❖ **Seminario: II Intercambio de Experiencia en Proyectos de Investigación Científica**

**Dictado:** Universidad Técnica De Cotopaxi. “Extensión La Maná”

**Lugar y fecha:** La Maná 14 y 15 de agosto del 2017

**Tiempo:** 40 horas.

### Anexo 3. Evidencias fotográficas

**Fotografía 1:** Limpieza del sitio del ensayo



**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 2:** Construcción de la infraestructura



**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 3:** Sustratos a emplear.



**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 4:** Elaboración de sustratos.



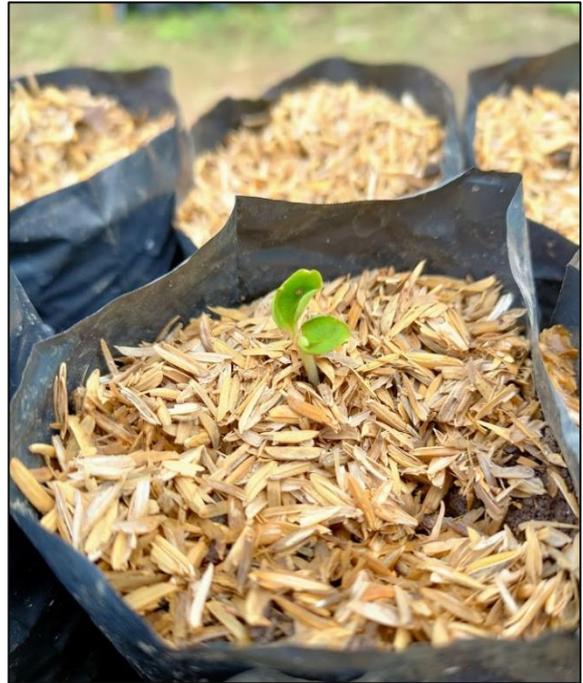
**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 5:** Siembra.



**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 6:** Germinación de plántulas de teca.



**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 7:** Preparación de fitohormonas



**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 8:** Preparación del biol



**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 9:** Aplicación de fitohormonas.



**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 10:** Aplicación de biol.



**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 11:** Registro de altura de planta.



**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 12:** Control de malezas



**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 13:** Riego.

**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

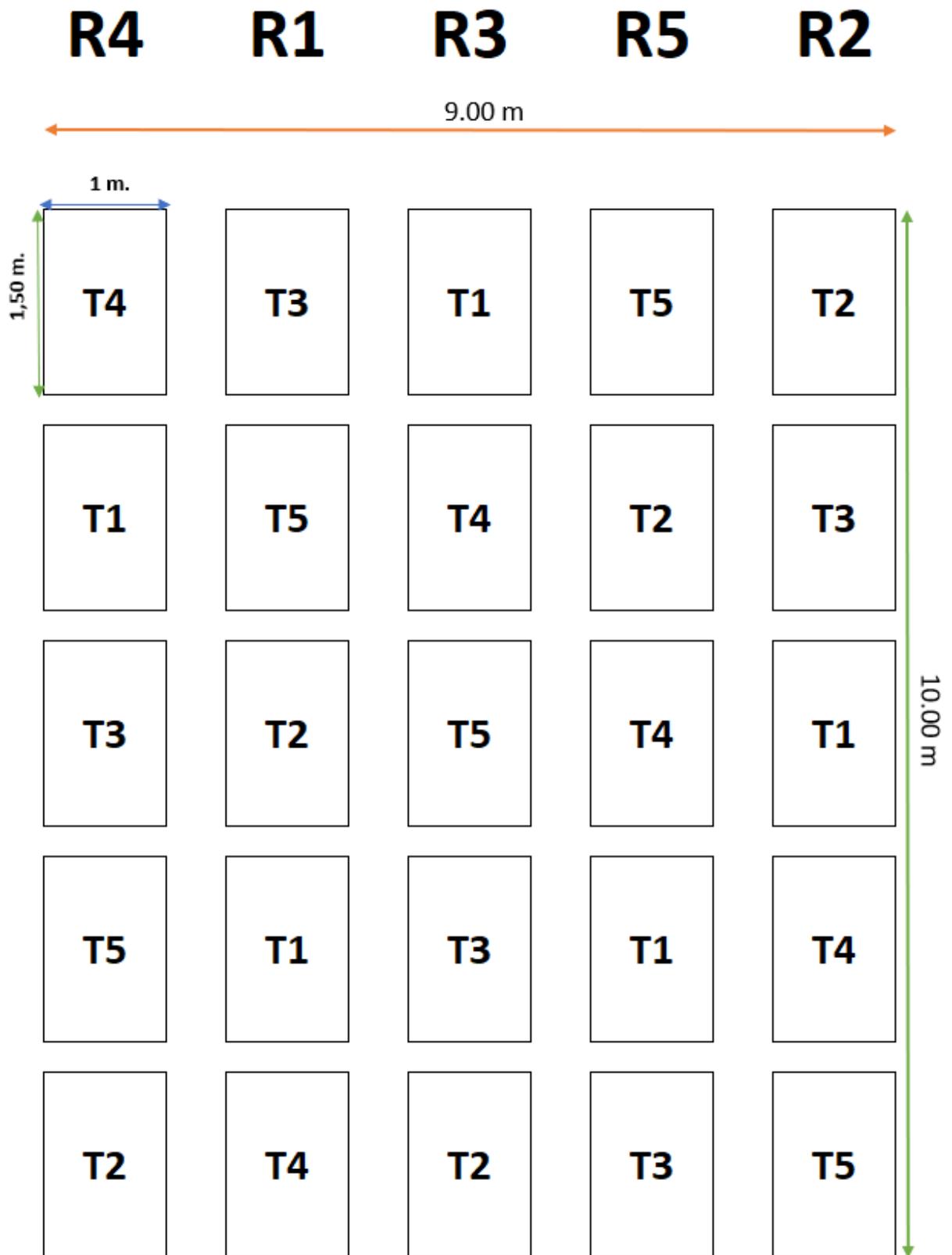
**Fotografía 14:** Plantas de teca a los 120 días.

**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

**Fotografía 15:** Finalización del trabajo de campo.

**Elaborado por:** Guamangate & Orovio (2021).

Anexo 4. Diseño experimental



Elaborado por: Guamangate & Orovio (2021).

## Anexo 5. Análisis físico químico de sustratos

|   |   |
|---|---|
| <br><b>INIAP</b><br><small>INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small> | <b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b><br><b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b><br>Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24<br>Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec |
|---|---|

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

|   |  |   |
|---|--|---|
| <b>DATOS DEL PROPIETARIO</b><br>Nombre : OROVIO DORIS<br>Dirección : LA MANA / COTOPAXI<br>Ciudad : LA MANA<br>Teléfono : 0991180863<br>Fax : | <b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b><br>Nombre : Los Palomo<br>Provincia : Cotopaxi<br>Cantón : La Mana<br>Parroquia : Chiipe Hamburgo 2<br>Ubicación : La María | <b>PARA USO DEL LABORATORIO</b><br>Cultivo Actual :<br>N° Reporte : 7687<br>Fecha de Muestreo : 02/07/2021<br>Fecha de Ingreso : 05/07/2021<br>Fecha de Salida : 26/07/2021 |
|---|--|---|

| N° Muest. Laborat. | Datos del Lote |      | pH             | ppm             |             |               | meq/100ml   |              |             | ppm          |              |              |              |               |  |
|--------------------|----------------|------|----------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--|
|                    | Identificación | Area |                | NH <sub>4</sub> | P           | K             | Ca          | Mg           | S           | Zn           | Cu           | Fe           | Mn           | B             |  |
| 101523             |                |      | 6,3 <b>LAc</b> | 45 <b>A</b>     | 11 <b>M</b> | 0,25 <b>M</b> | 13 <b>A</b> | 1,0 <b>M</b> | 25 <b>A</b> | 4,2 <b>M</b> | 6,8 <b>A</b> | 196 <b>A</b> | 3,4 <b>B</b> | 0,23 <b>B</b> |  |



| INTERPRETACION   |  |  |  |  | METODOLOGIA USADA  |  | EXTRACTANTES   |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <p><b>pH</b></p> <b>MAc</b> = Muy Acido <b>LAc</b> = Liger. Acido <b>LAI</b> = Lige. Alcalino <b>RC</b> = Requiere Cal <b>B</b> = Bajo<br><b>Ac</b> = Acido <b>PN</b> = Proc. Neutro <b>MeAl</b> = Media. Alcalino <b>M</b> = Medio<br><b>MeAc</b> = Media. Acido <b>N</b> = Neutro <b>Al</b> = Alcalino <b>A</b> = Alto |  |  |  |  | <p><b>pH</b> = Suelo: agua (1:2,5)<br/> <b>N,P,B</b> = Colorimetria<br/> <b>S</b> = Turbidimetria<br/> <b>K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b> = Absorción atómica         </p> |  | <p>Olsen Modificado<br/> <b>N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn</b><br/>         Fosfato de Calcio Monobásico<br/> <b>B,S</b> </p> |

*X. W. [Signature]*  
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

*[Signature]*  
 RESPONSABLE LABORATORIO

## Anexo 6. Certificado anti plagio



## Document Information

|                   |  |
|-------------------|--|
| Analyzed document | ANTIPLAGIO-GUAMANGATE JESSICA-OROVIO DORIS.docx (D111537109) |
| Submitted         | 8/21/2021 3:09:00 PM   |
| Submitted by      |  |
| Submitter email   | kleber.espinosa@utc.edu.ec                                   |
| Similarity        | 4%   |
| Analysis address  | kleber.espinosa.utc@analysis.urkund.com                      |

## Sources included in the report

|           |   |   |   |
|-----------|---|---|---|
| <b>SA</b> | <b>TESIS SERGIO GARCIA UNESUM 10-05-2021.docx</b><br>Document TESIS SERGIO GARCIA UNESUM 10-05-2021.docx (D108997023)   |    | 1 |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4580/T-1263.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4580/T-1263.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a><br>Fetched: 12/28/2019 2:27:31 PM  |   | 1 |
| <b>SA</b> | <b>D A Propagación vegetativa de de Tectona grandis Linn f. mediante la combinación de hormonas de enraizamiento..docx</b><br>Document D A Propagación vegetativa de de Tectona grandis Linn f. mediante la combinación de hormonas de enraizamiento..docx (D104626227)   |  | 1 |
| <b>SA</b> | <b>PROY. INV. Marcel Gonzalez 13.08.2021.docx</b><br>Document PROY. INV. Marcel Gonzalez 13.08.2021.docx (D111255057)   |  | 1 |
| <b>W</b>  | URL: <a href="http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/20.500.12894/3990/1/Julon%20Nieves.pdf">http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/20.500.12894/3990/1/Julon%20Nieves.pdf</a><br>Fetched: 7/7/2021 7:12:29 PM  |  | 3 |
| <b>W</b>  | URL: <a href="http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf">http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf</a><br>Fetched: 8/21/2021 3:10:00 PM   |  | 2 |
| <b>SA</b> | <b>TITULACION GABRIELA MERCHAN.docx</b><br>Document TITULACION GABRIELA MERCHAN.docx (D108317183)   |  | 1 |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/3218/MirandaCardonaCristianAntonio-AvilaArciriaJhonatanManuel.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/3218/MirandaCardonaCristianAntonio-AvilaArciriaJhonatanManuel.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a><br>Fetched: 7/26/2020 5:12:59 AM |  | 2 |
| <b>W</b>  | URL: <a href="http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/85/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000015.pdf">http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/85/6/T-UTB-FACIAG-AGR-000015.pdf</a><br>Fetched: 1/15/2021 3:56:31 PM   |  | 1 |
| <b>SA</b> | <b>ROMERO MORA CARLOS ALBERTO.docx</b><br>Document ROMERO MORA CARLOS ALBERTO.docx (D24453640)  |  | 2 |