



Universidad  
Nacional  
de Loja

## Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

Propagación sexual y asexual de teca, *Tectona grandis* L., en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal

**AUTORA:**

Fabiola Samanta Romero Pereira

**DIRECTOR:**

Ing. For. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2022




Loja, 18 de agosto de 2022

Ing. For. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**Certifico:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Propagación sexual y asexual de teca, *Tectona grandis* L., en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja** de autoría de la estudiante Fabiola Samanta Romero Pereira, con cédula de identidad Nro.1105390270, previa a la obtención del título de Ingeniera Forestal. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para los trámites de titulación.

  
Ing. For. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

## **Autoría**

Yo, **Fabiola Samanta Romero Pereira**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

**Firma:**



**Cédula de identidad:** 1105390270

**Fecha:** 29 de noviembre del 2022

**Correo electrónico:** [fabiola.romero@unl.edu.ec](mailto:fabiola.romero@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0981997546

**Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.**

Yo, **Fabiola Samanta Romero Pereira**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Propagación sexual y asexual de teca, *Tectona grandis* L., en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera Forestal**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintinueve días del mes de noviembre de dos mil veintidós.

**Firma:**



**Autora:** Fabiola Samanta Romero Pereira

**Cédula:** 115390270

**Dirección:** Buenavista, Chaguarpamba, Loja

**Correo electrónico:** [fabiola.romero@unl.edu.ec](mailto:fabiola.romero@unl.edu.ec)

**Teléfono:** 0981997546

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director del Trabajo de Integración Curricular:** Ing. For. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.

## **Dedicatoria**

A Dios por la vida, por haberme bendecido y acompañado cada instante, por haberme brindado salud, fe, amor, confianza, alegría, esperanza y fortaleza, para poder llegar a cumplir uno de los objetivos más grandes que me propuse lograr hace aproximadamente cinco años, en donde con miedo, temor, tristeza y al mismo tiempo las grandes ganas de superación personal y profesional emprendí mi gran viaje en el mundo académico en la prestigiosa Universidad Nacional de Loja. Por haberme dado una gran familia y por haber puesto en mi vida personas maravillosas, las cuales me han acompañado en este largo trayecto.

**A mi padre:** Edil Lionso Romero Guamán, quien ha sido el pilar fundamental de mi vida, gracias por ser mi padre, por educarme, apoyarme y cuidarme siempre, eres una de las más grandes inspiraciones en mi vida y mi mayor ejemplo de fortaleza, coraje y valentía.

**A mi madre:** Ernestina del Roció Pereira Román, quien también ha sido el pilar fundamental de mi vida, gracias por ser esa persona especial que me brinda su amor, confianza y apoyo incondicional, eres mi gran inspiración y mi mayor ejemplo de mujer y madre trabajadora, la mujer más fuerte que conozco y a quien admiro y amo inmensamente.

**A mis herman@s:** Janeth, Sebastián y Keila, gracias por existir, por compartir tantos momentos juntos, por sus cuidados, consejos y apoyo incondicional. Por enseñarme a compartir y ser cada vez más una mejor persona.

**A mi sobrino:** Angelo Leonardo Campoverde Romero, gracias mi corazón por alegrarme la vida desde hace tres añitos que llegaste a este mundo, eres mi inspiración y el ser más hermoso y tierno de la familia.

**A mi abuela:** Gloria María Guamán Méndez, quien me ha brindado su amor, cuidado, y cariño desde muy pequeña, y que aún tengo el gran privilegio de tenerla a mi lado.

**A mi novio:** Jefferson Daniel Tenezaca Paladines, quien desde hace ocho años ha sido, una de las personas más especiales de mi vida, mi confidente, mi amigo, mi compañero, gracias por tu amor, por apoyarme siempre, por confiar en mí, gracias por no permitirme dar por vencida y ayudarme a cumplir este gran logro.

**Con cariño...**

**Fabiola Samanta Romero Pereira**

## **Agradecimiento**

Primeramente, agradezco a Dios y a la Virgencita por otorgarme vida y salud tanto física como mental, por permitirme culminar con éxito esta meta, y por permitirme tener a toda mi hermosa familia junto a mí.

A la prestigiosa Universidad Nacional de Loja, a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a la Carrera de Ingeniería Forestal y a sus docentes, por contribuir en mi formación académica y compartir todos sus conocimientos, valores y experiencias, para mi formación profesional.

De manera muy especial al Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, Director del presente Trabajo de Integración Curricular, quien con su gran calidad humana y sobre todo profesional me brindó la oportunidad de formar parte del Laboratorio de Micropropagación Vegetal de la Universidad Nacional de Loja, así como también supo brindarme todo su apoyo incondicional, conocimiento, experiencias, enseñanzas y valores, para formarme humana y profesionalmente.

Al Laboratorio de Micropropagación Vegetal, por la acogida y ayuda otorgada para la realización de esta investigación, y a su Equipo Técnico: al Ing. Darlin Gonzáles, por brindarme su conocimiento, su tiempo y apoyo desinteresado en este proceso, quien, con su colaboración, permitió el desarrollo del presente Trabajo de Integración Curricular. A la Ing. Magaly Yaguana, por su gran capacidad profesional, por sus conocimientos, motivación y por la gran disposición para ayudar durante el proceso de la investigación.

A mi padre, mi madre, mis hermanos, por ser los principales promotores para cumplir con esta meta, por ser quienes me han acompañado durante el transcurso de mi formación académica, gracias infinitas por todo el sacrificio, esfuerzo y sobre todo por su amor y apoyo incondicional. Finalmente, agradezco a mis amigos y compañeros de la Universidad, especialmente a mi gran amiga y compañera Carmen Del Roció Cuenca Calva, quien supo ofrecerme su amistad y con quien tuve la oportunidad de compartir momentos de aprendizaje y grandes aventuras.

**A todos ustedes gracias.**

**Fabiola Samanta Romero Pereira**

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	i
<b>Certificación del Trabajo de Integración Curricular</b> .....	ii
<b>Autoría</b> .....	iii
<b>Carta de autorización</b> .....	iv
<b>Dedicatoria</b> .....	v
<b>Agradecimiento</b> .....	vi
<b>Índice de contenidos</b> .....	vii
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras .....	xii
Índice de Anexos.....	xv
1. <b>Título</b> .....	1
2. <b>Resumen</b> .....	2
2.1.  Abstract.....	3
3. <b>Introducción</b> .....	4
Objetivo General.....	6
Objetivos Específicos.....	6
4. <b>Marco teórico</b> .....	7
4.1.  Características de la parroquia Buenavista.....	7
4.1.1.  Características biofísicas.....	7
4.1.2.  Características socioeconómicas.....	8
4.1.3.  Características del componente económico productivo.....	10
4.2.  Fundamentos de la propagación de especies vegetales.....	11
4.3.  Métodos de propagación de especies forestales.....	12
4.3.1.  Propagación sexual o por semillas.....	12
4.3.2.  Multiplicación asexual o vegetativa.....	18
4.3.3  Raíz Forte de Agrota.....	21
4.4.  Descripción de <i>Tectona grandis</i> L.....	22
4.4.1.  Clasificación taxonómica.....	22
4.4.2.  Descripción botánica.....	22
4.4.3.  Fenología.....	23
4.4.4.  Requerimientos ambientales.....	24

4.4.5.	Requerimientos edáficos.....	24
4.4.6.	Distribución geográfica.....	24
4.4.7.	Aplicación y usos.....	24
5.	<b>Metodología</b> .....	26
5.1.	Ubicación y Descripción del área de estudio.....	26
5.2.	Clima y Ecología.....	26
5.3.	Metodología para evaluar la germinación de semillas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), probando dos métodos de escarificación, más un testigo y tres tipos de sustratos.....	27
5.3.1.	Adquisición de semillas.....	27
5.3.2.	Preparación y desinfección del sustrato.....	28
5.3.3.	Distribución espacial de los tratamientos y repeticiones en el vivero.....	29
5.3.4.	Desinfección de las semillas.....	30
5.3.5.	Métodos de escarificación de las semillas.....	30
5.3.6.	Siembra de semillas.....	31
5.3.7.	Tratamientos culturales.....	31
5.3.8.	Variables de evaluación.....	31
5.3.9.	Diseño experimental.....	33
5.3.10.	Hipótesis del modelo.....	34
5.3.11.	Análisis estadístico.....	34
5.4.	Metodología para ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), probando dos concentraciones de un enraizador comercial, más un testigo y tres tipos de sustratos.....	35
5.4.1.	Selección e identificación de árboles en el campo.....	35
5.4.2.	Recolección del material vegetal.....	35
5.4.3.	Aislamiento de las estacas.....	36
5.4.4.	Desinfección de las estacas.....	37
5.4.5.	Preparación y desinfección del sustrato.....	37
5.4.6.	Distribución espacial de los tratamientos y repeticiones en el vivero.....	38
5.4.7.	Aplicación del enraizador comercial.....	39
5.4.8.	Siembra de las estacas.....	40
5.4.9.	Tratamientos culturales.....	41
5.4.10.	Variables de Evaluación.....	41



5.4.11.	Diseño experimental.....	43
5.4.12.	Hipótesis del modelo.....	44
5.4.13.	Análisis estadístico.....	44
5.5.	Metodología para la difusión de los resultados de investigación a los actores sociales interesados.....	45
6.	<b>Resultados</b> .....	46
6.1.	Evaluación de la germinación de semillas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), probando dos métodos de escarificación, más un testigo y tres tipos de sustratos.....	46
6.1.1.	Número de días a la germinación.....	46
6.1.2.	Porcentaje de germinación.....	47
6.1.3.	Altura de las plántulas.....	49
6.1.4.	Número de hojas por plántula.....	49
6.2.	Multiplicación vegetativa por estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), probando dos concentraciones de un enraizador comercial, más un testigo y tres tipos de sustratos.....	50
6.2.1.	Número de días a la formación de brotes.....	50
6.2.2.	Porcentaje de estacas con brotes.....	52
6.2.3.	Número de brotes por estaca.....	53
6.2.4.	Longitud de los brotes.....	54
6.2.5.	Porcentaje de enraizamiento.....	55
6.2.6.	Porcentaje de estacas con formación de callos.....	56
6.2.7.	Número de raíces por estaca.....	57
6.2.8.	Longitud de las raíces de las estacas.....	58
6.3.	Difusión de los resultados a los actores sociales interesados.....	58
7.	<b>Discusión</b> .....	60
7.1.	Evaluación de la germinación de semillas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), probando dos métodos de escarificación, más un testigo y tres tipos de sustratos.....	60
7.1.1.	Número de días a la germinación.....	60
7.1.2.	Porcentaje de germinación.....	60
7.1.3.	Altura de las plántulas.....	61
7.1.4.	Número de hojas por plántula.....	62

7.2.	Multiplicación vegetativa por estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), probando dos concentraciones de un enraizador comercial, más un testigo y tres tipos de sustratos.....	62
7.2.1.	Número de días a la formación de brotes.....	62
7.2.2.	Porcentaje de estacas con brotes.....	63
7.2.3.	Número de brotes por estaca.....	63
7.2.4.	Longitud de los brotes.....	64
7.2.5.	Porcentaje de enraizamiento.....	64
7.2.6.	Porcentaje de estacas con formación de callos.....	65
7.2.7.	Número de raíces por estaca.....	65
7.2.8.	Longitud de las raíces .....	66
8.	<b>Conclusiones</b> .....	67
9.	<b>Recomendaciones</b> .....	68
10.	<b>Bibliografía</b> .....	69
11.	<b>Anexos</b> .....	76

## Índice de Tablas:

Tabla 1.	Distribución espacial de los tratamientos y repeticiones, para la propagación sexual de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), en el vivero.....	29
Tabla 2.	Descripción de los factores y niveles para evaluar la germinación de semillas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a nivel de vivero.....	33
Tabla 3.	Tratamientos utilizados para evaluar la germinación de semillas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a nivel de vivero.....	33
Tabla 4.	Especificaciones del diseño experimental, utilizado para evaluar de la germinación de semillas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.).....	34
Tabla 5.	Distribución espacial de los tratamientos y repeticiones, para la multiplicación vegetativa de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), en el vivero.....	39
Tabla 6.	Descripción de los factores y niveles para evaluar la formación de brotes y raíces en estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a nivel de vivero.....	43
Tabla 7.	Tratamientos utilizados, para evaluar la formación de brotes y raíces en estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a nivel de vivero.....	43
Tabla 8.	Especificaciones del diseño experimental, utilizado para ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.).....	44
Tabla 9.	Longitud de las raíces de las estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.) enraizadas, extraídas a los 60 y 90 días de evaluación.....	58

## Índice de Figuras:

Figura 1.	Teca ( <i>Tectona grandis</i> L.).....	23
Figura 2.	Ubicación del área de estudio.....	26
Figura 3.	Adquisición de semillas certificadas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.).....	27
Figura 4.	Preparación del sustrato: A) tierra, arena y cáscara de arroz, B) proporciones de los sustratos, C) mezcla del sustrato.....	28
Figura 5.	Desinfección del sustrato: A) terraclor 75 %, B) aplicación del desinfectante, C) sustrato cubierto con plástico color negro, D) enfundado del sustrato.....	28
Figura 6.	Distribución de los tratamientos en el vivero: A) delimitación dentro del vivero, B) letrero de identificación del objetivo, C) letreros de identificación de los tratamientos y repeticiones, D) ubicación de las fundas con sustrato.....	29
Figura 7.	Desinfección de las semillas: A) materiales utilizados para la desinfección de semillas, B) vitavax (Desinfectante), C) desinfección de las semillas, D) semillas desinfectadas.....	30
Figura 8.	Métodos de escarificación de las semillas.....	30
Figura 9.	Siembra de las semillas.....	31
Figura 10.	Tratamientos culturales: A) riego, B) deshierbe.....	31
Figura 11.	Variables evaluadas: A) número de días a la germinación, B) porcentaje de germinación, C) altura de las plántulas, D) número de hojas por plántula.....	32
Figura 12.	Evaluación de la germinación de semillas: A) evaluación inicial (quinto día), B) evaluación final (día 60).....	32
Figura 13.	Selección e identificación de árboles de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), con características fenotípicas sobresalientes.....	35
Figura 14.	Material vegetal: A) recolección del material vegetal, B) estacas con yemas axilares, C) cámara húmeda, D) traslado del material vegetal al vivero.....	36
Figura 15.	Aislamiento de las estacas: A) materiales utilizados, B) preparación de las estacas, C) estacas aisladas, D) aplicación de pintura de color negro.....	36

Figura 16.	Desinfección de las estacas: A) materiales utilizados para desinfectar las estacas, B) goika (fungicida) y kasumin (bactericida), C) desinfección de las estacas, D) estacas expuestas al sol.....	37
Figura 17.	Preparación del sustrato: A) tierra, arena y cáscara de arroz, B) proporciones de los sustratos, C) mezcla del sustrato.....	37
Figura 18.	Desinfección del sustrato: A) terraclor 75 %, B) aplicación del desinfectante, C) sustrato cubierto con plástico color negro, D) enfundado del sustrato.....	38
Figura 19.	Distribución de los tratamientos en el vivero: A) delimitación dentro del vivero, B) letrero de identificación del objetivo, C) letreros de identificación de los tratamientos y repeticiones, D) ubicación de las fundas con sustrato.....	38
Figura 20.	Aplicación del enraizador comercial Raíz Forte de Agrota: A) materiales utilizados, B) enraizador Comercial, C) peso de las concentraciones del enraizador comercial, D) colocación del agua, E) ubicación de las estacas en la solución donde se aplicó el enraizador, F) estacas sin el enraizador, G) concentración 2,0 g.L <sup>-1</sup> , H) concentración 3,0 g.L <sup>-1</sup> .....	40
Figura 21.	Siembra de las estacas.....	40
Figura 22.	Tratamientos culturales: A) riego, B) deshierbe.....	41
Figura 23.	Variables evaluadas: A) número de días a la formación de brotes, B) porcentaje de estacas con brotes, C) número de brotes por estaca, D) longitud de los brotes, E) porcentaje de estacas enraizadas, F) número de raíces por estaca, G) longitud de las raíces de las estacas, H) señalización de las estacas extraídas.....	42
Figura 24.	Multiplicación vegetativa por estacas: A) evaluación inicial (día 15), B) evaluación final (día 90).....	42
Figura 25.	Proceso de germinación de las semillas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a nivel de vivero.....	46
Figura 26.	Curva de germinación acumulativa de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.....	46
Figura 27.	Tratamientos que no presentaron germinación durante los 60 días de evaluación, a nivel de vivero: A) tratamientos T2 (S0 E2), T5 (S1 E2) y T8 (S2 E2), B) estado de las semillas que no germinaron.....	47

Figura 28.	Porcentaje de germinación de las semillas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.....	48
Figura 29.	Germinación de semillas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), por tratamiento, a los 60 días de evaluación nivel de vivero.....	48
Figura 30.	Altura promedio de las plántulas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.....	49
Figura 31.	Número promedio de hojas por plántula de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.....	50
Figura 32.	Número de días a la formación de brotes en estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a nivel de vivero.....	51
Figura 33.	Curva acumulativa de la formación de brotes en las estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.....	51
Figura 34.	Porcentaje de estacas con brotes, de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.....	52
Figura 35.	Estacas con formación de brotes de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), por tratamiento, a nivel de vivero.....	53
Figura 36.	Número de brotes por estaca de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a los 90 días, a nivel de vivero.....	54
Figura 37.	Longitud promedio de los brotes de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a los 90 días, a nivel de vivero.....	55
Figura 38.	Porcentaje de estacas con formación de brotes, a los 60 y 90 días de evaluación, a nivel de vivero.....	55
Figura 39.	Formación de callos en estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), a los 90 días de evaluación, nivel de vivero.....	56
Figura 40.	Número de raíces por estaca de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), en el vivero: A) a los 60 días de evaluación, B) a los 90 días de evaluación.....	57
Figura 41.	Socialización de los resultados al Equipo Técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, de la Universidad Nacional de Loja.....	59

## Índice de anexos:

Anexo 1. Fase de campo (Construcción y adecuación del vivero forestal).....	76
Anexo 2. Fase inicial, media y final del establecimiento del ensayo en el vivero.....	77
Anexo 3. Socialización de los resultados del Trabajo de Integración Curricular, en la casa abierta de la Carrera de Ingeniería Forestal, realizada el 29 de julio del 2022.....	78
Anexo 4. Socialización de los resultados del Trabajo de Integración Curricular, al Equipo Técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, de la Universidad Nacional de Loja, realizada el 05 de agosto del 2022.....	79
Anexo 5. Información de la fuente semillera y calidad física.....	79
Anexo 6. Base de datos sobre la propagación sexual de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.).....	80
Anexo 7. Base de datos sobre la multiplicación asexual de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.) (Brotos).....	90
Anexo 8. Base de datos sobre la multiplicación asexual de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.) (Raíces).....	100
Anexo 9. Resultados, del análisis estadístico de las variables, de la propagación sexual y asexual de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.).....	112
Anexo 10. Tríptico para la difusión de resultados.....	113
Anexo 11. Posters para la difusión de resultados.....	115
Anexo 12. Folleto técnico.....	117
Anexo 13. Certificado de traducción del resumen del Trabajo de Integración Curricular.....	136

## **1. Título**

Propagación sexual y asexual de teca, *Tectona grandis* L., en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja



## 2. Resumen

*Tectona grandis* L., es considerada una de las especies más valiosas del mundo; sin embargo, la propagación se ha convertido en uno de los problemas más relevantes dentro del campo forestal, limitando la implementación de programas comerciales y proyectos de forestación y reforestación. El objetivo de la presente investigación fue contribuir a la generación de información científica, relacionada con los métodos de propagación sexual y asexual de *Tectona grandis* L., a nivel de vivero, con semilla certificada y partes vegetativas colectadas de árboles localizados en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja. Para ello se utilizaron tres tipos de sustratos (Tierra bajo el dosel donde crecen los árboles + arena + cáscara de arroz, en proporción 3:1:2, y 1:1:1, respectivamente); además, dos métodos de escarificación más un testigo (Semillas sumergidas en agua corriente por 24 horas y semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos) y, un enraizador comercial para la propagación asexual. En lo que se refiere a la propagación sexual el T0 presentó el 70 % de germinación, seguido del T1 con 67 %, iniciándose a los 10 días y estabilizándose a los 35 días; así también estos tratamientos obtuvieron los mayores promedios para altura de plántula, con 3,1 cm y 3,2 cm y número de hojas por plántula, con cinco hojas, respectivamente, a los 60 días de evaluación. Entretanto la presencia de brotes en las estacas, se evidencio a los 15 días, donde el T1 y el T2 registraron los valores superiores para las variables: estacas con formación de brotes (63 %); brotes por estaca (0,7), longitud de los brotes (5 cm), y destacándose el T1 con el 28 % de enraizamiento, a los 90 días de evaluación. Por lo tanto, los métodos de escarificación y tipos de sustratos, no influyeron de manera significativa en la germinación de semillas de *Tectona grandis* L., así como la propagación vegetativa, en diferentes concentraciones enraizadoras y los tipos de sustratos, no influyeron de manera significativa en la inducción de brotes y raíces en estacas de *Tectona grandis* L. A partir de esta información, se establecen las bases científicas para realizar posteriores investigaciones, que prioricen la propagación sexual y asexual de la especie.

**Palabras claves:** Semillas, estacas, teca, escarificación, enraizantes comerciales, sustratos.

## 2.1. Abstract

In the forestry field, propagation has become one of the most significant problems, limiting commercial programs and afforestation and reforestation activities for *Tectona grandis* L. As part of this research, certified seed and vegetative parts were collected from trees located in the Buenavista parish, Chaguarpamba canton, Loja province in order to develop scientific information on the methods of propagating *Tectona grandis* L at nursery level. Eventually, three types of substrates were used (soil under the canopy where the trees grow + sand + rice husk, in a 3:1:2 and 1:1:1 ratio, respectively); in addition, two methods of scarification plus a control (seeds submerged in running water for 24 hours and seeds submerged in hot water for 5 minutes) and a commercial rooter for asexual propagation. Additionally, regarding sexual propagation, T0 presented 70% germination, followed by T1 with 67%, starting at 10 days and stabilizing at 35 days; these treatments also obtained the highest averages for seedling height, with 3.1 cm and 3.2 cm, and number of leaves per seedling, with five leaves, respectively, at 60 days of evaluation. Meanwhile, the presence of shoots on the cuttings was evident at 15 days, where T1 and T2 registered the highest values for the variables: cuttings with shoot formation (63%); shoots per stake (0.7), shoot length (5 cm), and T1 stood out with 28% rooting at 90 days of evaluation. Therefore, the methods of scarification and types of substrates did not significantly influence the germination of seeds of *Tectona grandis* L., as well as vegetative propagation, in different rooting concentrations and types of substrates, did not significantly influence the induction of shoots and roots in cuttings of *Tectona grandis* L. It is from this information that scientific bases are established for further research, which emphasizes the species' sexual and asexual reproduction.

**Keywords:** Seeds, cuttings, teak, scarification, commercial rooting, substrates.

### 3. Introducción

El Ecuador es uno de los diecisiete países megadiversos del mundo, es el lugar con mayor concentración de especies de flora y fauna, albergando entre el 5 y 10 % de la biodiversidad del planeta, se estima que existen 22 843 especies de plantas, de las cuales 17 748 son nativas, 4 500 endémicas y 595 introducidas (Sánchez y Reyes, 2015). Es un país rico en especies forestales de alto valor comercial y ecosistémico (Sánchez et al., 2004), debido a las condiciones climatológicas, donde las especies forestales tanto nativas como exóticas experimentan mayor rapidez en su crecimiento (Sánchez y Reyes, 2015).

Las especies forestales constituyen un recurso renovable, que proveen de un sinnúmero de bienes y servicios ambientales, entre ellos la madera, está presente en todas las actividades, este noble recurso brinda bienes, que son difíciles de cuantificar (Burneo, 2006); es por ello que, se debe aprovechar en el país el gran potencial para desarrollar el tema forestal, entonces para ello, la clave es la propagación.

La propagación es una actividad fundamental, es la capacidad de las plantas para reproducirse (Vargas, 2011). Lamprecht (1990) menciona que, en el campo de la silvicultura práctica, la propagación de especies de valor comercial, constituye la única vía posible de crear bosques que satisfagan de forma sostenida las necesidades crecientes de la sociedad. Existen básicamente dos alternativas de propagación de plantas: sexualmente a través de semillas o asexualmente, mediante tejidos vegetales (Osuna et al., 2017).

La propagación de *Tectona grandis* L. (Teca), es considerada de fundamental importancia, pues constituye un cultivo de gran relevancia ecológica y comercial, por la calidad de la madera, fortaleza, durabilidad e idoneidad (Jiménez y Agramonte, 2012) y es resistente al fuego (Weaver, 1993). Posee gran resistencia al ataque de hongos e insectos; y, por sus excelentes características es considerada como una de las especies más valiosas del mundo (Chaves y Fonseca, 1991).

El bajo porcentaje de propagación sexual y asexual de teca (*Tectona grandis* L.), se ha convertido en uno de los problemas más relevantes dentro del campo forestal, limitando la implementación de programas y proyectos de forestación y reforestación. Céspedes (2013), menciona que el manejo técnico de la teca (*Tectona grandis* L.), como cultivo no está muy difundido en Ecuador, la producción y exportación es relativamente pequeña. Díaz et al. (2010),

indican que muchos inversionistas y productores de madera de teca (*Tectona grandis* L.), del Ecuador, se abastecen de plántulas producidas por pequeños viveristas no tecnificados.

En la Parroquia Buenavista, es escasa la implementación de proyectos de forestación y reforestación con especies forestales de valor comercial, como es el caso de la teca (*Tectona grandis* L.); sin embargo, en la actualidad se puede evidenciar el apoyo de organismos gubernamentales y no gubernamentales, para la ejecución de proyectos agropecuarios con resultados a corto plazo, lo cual ha generado un gran interés y la participación de los habitantes, ante esto ha surgido la necesidad de utilizar la mayoría de sus predios con fines agrícolas y ganaderos, de manera intensiva, lo cual contribuye a la degradación y deterioro de los ecosistemas (Reyes y Cano, 2022).

Considerando la pérdida de recursos forestales, es prioritario ejecutar proyectos de investigación relacionados con la propagación teca (*Tectona grandis* L.), para promover la conservación y aprovechamiento (Osuna et al., 2017). Rodríguez et al. (2012), señalan que una de las estrategias más efectivas para mitigar el daño generado por la intervención antrópica, es la propagación de especies forestales. Guarnizo y Palacios (2007) mencionan que el futuro de los bosques depende, no solo de regular los planes de explotación de bosque natural, sino también del establecimiento de plantaciones las cuales reducirán la presión sobre el bosque primario. A nivel mundial la teca (*Tectona grandis* L.), es considerada como un importante recurso por la madera dura de calidad y de alta demanda en el mercado, la tasa de crecimiento es alta; y, por lo tanto, ofrece una mejor probabilidad de abastecer un mercado internacional (Camino, 2013). Según Keogh (2013), es muy poco probable que la teca pierda mercado, “es más probable que el mercado pierda teca”, si bien es cierto es una especie exótica en muchos países; sin embargo, no es invasora, es decir no amenaza a los ecosistemas locales, tiene un gran futuro a mediano y largo plazo, ya que se considera, como la numero uno de las maderas duras tropicales de calidad, constituyendo un recurso emergente que tiene grandes oportunidades en el mercado de América Latina.

Con los resultados de la presente investigación, la propagación sexual y asexual de teca (*Tectona grandis* L.), servirá para impulsar, incentivar y demostrar a los habitantes de la parroquia Buenavista y demás actores sociales interesados, que existen diferentes alternativas para generar ingresos económicos y no solo depender de la agricultura intensiva; sino alternativas amigables con el ambiente y rentables.

Bajo esta perspectiva, se realizó la presente investigación, la misma que tuvo como finalidad contribuir con información científica sobre la propagación sexual y asexual de teca (*Tectona grandis* L.), y de esta manera aportar con metodologías de propagación, para la implementación de programas de deforestación y reforestación, contribuyendo de esta forma al desarrollo sustentable y al mejoramiento de la calidad de vida de hombres y mujeres de la parroquia Buenavista.

El presente Trabajo de Integración Curricular, forma parte de los trabajos de investigación que se desarrollan en el Laboratorio de Micropropagación Vegetal, de la Universidad Nacional de Loja, el mismo que se ejecutó en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja; en el período comprendido, entre abril hasta agosto del 2022.

Los objetivos que orientaron la presente investigación fueron los siguientes:

### **Objetivo General**

- Contribuir a la generación de información científica, relacionada con los métodos de propagación sexual y asexual de teca (*Tectona grandis* L.), utilizando diferentes tipos de sustratos, métodos de escarificación y un enraizador comercial.

### **Objetivos Específicos**

- Evaluar la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), probando diferentes métodos de escarificación y tipos de sustratos.
- Ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), probando diferentes concentraciones de un enraizador comercial y tipos de sustratos.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados.

## 4. Marco teórico

### 4.1. Características de la parroquia Buenavista

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Buenavista (PDOT, 2015), cantón Chaguarpamba, provincia de Loja, se resaltan las principales características biofísicas, sociales y económicas:

#### 4.1.1. Características biofísicas

**4.1.1.1. Relieve.** La parroquia se caracteriza por ser montañosa, con pendientes fuertes y muy fuertes; se localiza en las Etribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes. La altura en su cabecera parroquial va de 1 040 a 1 080 m.s.n.m.

**4.1.1.2. Geología.** Geológicamente la parroquia se encuentra en la formación Zapotillo conformada por grauvacas, areniscas, lutitas y conglomerados locales, todos estratificados y consolidados. Estos se caracterizan por estar muy fracturados y las fracturas rellenas de materiales arenáceos, que constituyen la geología de todo su territorio. Existen movimientos de masa que afectan a la vía principal de las parroquias y a la infraestructura y viviendas de los barrios, Pan de Azúcar, Reina del Cisne, La Paica, Vallehermoso, Santa Lucía, El Palmar y Buenavista.

**4.1.1.3. Suelos.** Los suelos son de tipo arcilloso, arenoso, fértil y poco fértil, en la parroquia se encuentran las siguientes texturas de suelos, conforme a la clasificación existente del MAGAP: alfisoles con 606,60 ha (13,69 %) en el barrio Pan de Azúcar; entisoles con 278,63 ha (6,29 %) en el barrio El Palmar, (El Limón); inceptisoles con 1 764,22 ha (39,80 %) en el barrio Hacienda Nueva (Lamedero); inceptisoles + alfisoles con 1 782,85 ha (40,22 %) en los barrios Reina del Cisne, La Paica, Vallehermoso, Santa Lucía, Hacienda Nueva, Potrerillos y Ombomba.

**4.1.1.4. Cobertura vegetal del suelo.** La cobertura de suelo de la parroquia está compuesta por el 44,35 % de pasto; seguido por el mosaico agropecuario con el 27,79 %; el bosque nativo representa el 19,50 %, vegetación arbustiva representan el 7,74 %, el área poblada con el 0,32 % y plantación forestal representa el 0,30 %.

#### **4.1.1.5. Factores climáticos.**

*a) Precipitación.* La precipitación máxima es de 317 mm en el mes de febrero y la mínima es de 5 mm en el mes de agosto, lo cual diferencia dos épocas una lluviosa y otra seca, que van desde diciembre a mayo y de junio a noviembre respectivamente. De acuerdo al INAMHI el clima de la parroquia es el Ecuatorial Meso térmico Semi – Húmedo.

*b) Temperatura.* Según los datos de la estación Zaruma, la máxima temperatura registrada es de 29 °C que corresponde al mes de septiembre, mientras que el valor mínimo de temperatura registrada es de 22,6 °C que corresponde al mes de febrero, la temperatura promedio es de 24 °C.

*c) Humedad.* La humedad relativa representa el grado de saturación de la atmósfera, el valor promedio correspondiente para la Estación Zaruma fluctúa entre los 49,2 % a 88,8 % mensual, el promedio de humedad relativa anual es de 81,3 %.

**4.1.1.6. Hidrología.** El relieve irregular presente en la parroquia da paso a la aparición de 12 quebradas, que presentan fuertes índices de contaminación por pastoreo de animales, fumigaciones, explotaciones pecuarias y asentamientos humanos. Las microcuencas de la parroquia son Chipianga, Buenavista y los derrames menores de San José, que desembocan al río Yaguachi y luego al Pindo, para finalmente llegar al océano Pacífico por medio del río Puyango.

**4.1.1.7. Ecosistemas.** En relación a la clasificación de los ecosistemas del Ecuador (MAE), la parroquia alberga tres ecosistemas: Bosque siempreverde estacional montano bajo del Catamayo-Alamor con una extensión de 479,78 ha; el Bosque siempreverde estacional piemontano del Catamayo-Alamor con 527,91 ha e Intervención antrópica con una superficie de 3 424,60 ha.

#### **4.1.2. Características socioeconómicas**

**4.1.2.1. Análisis demográfico.** A partir de datos obtenidos en el campo de investigación y otros datos de información secundaria otorgados por el INEC de acuerdo a los últimos registros Censales del 2010. Para el año 1990 se registró un total de 1 581 habitantes, en 2001 se registró 1 319 habitantes y para el 2010 se registró 1 214 habitantes 627 hombres y 587 mujeres. La tasa de crecimiento para 1990 y 2001 fue -1,65 y para 2001-2010 fue de -0,92.

**4.1.2.2. Educación.** La cabecera parroquial posee la escuela fiscal mixta Edison, donde asisten los educandos de los barrios El Palmar, Vallehermoso, Reina Del Cisne y La Paica. Funciona también en esta misma cabecera parroquial el Colegio de Bachillerato Dr. Juan Francisco Ontaneda que acoge a todos los educandos de los barrios rurales de la parroquia.

La educación primaria alcanza el 93,38 %, la Educación básica alcanza el 89,30 %, la Educación secundaria alcanza el 62,64 %, la Educación bachillerato alcanza el 43,04 % y la Educación superior apenas llega el 9,89 %. La población analfabeta representa el 7,81 % siendo esta adulta mayor lo que dificulta su formación por la distancia y su ubicación geográfica y dispersa sin acceso vial en muchos de los casos.

**4.1.2.3. Salud.** La parroquia Buenavista cuenta con un puesto de Salud que pertenece al Distrito 11D02C07. Entre los servicios que ofrece a la comunidad es de medicina general, odontología, vacunación; la unidad cuenta con un médico, un odontólogo, una enfermera y un auxiliar de enfermería, su horario de atención es de lunes a viernes y atienden alrededor de 200 a 400 usuarios mensualmente.

**4.1.2.4. Organización social.** El sistema de organización social para el sector rural de Buenavista es de poseer un líder barrial que gestiona todo tipo de mejoras y ayudas económicas para el barrio en coordinación con el presidente del GAD parroquial. De acuerdo a la jurisdicción política nacional es necesario el desempeño administrativo dentro del territorio del Teniente Político como miembro de la jurisdicción política parroquial, pues su misión principal es representar al ejecutivo nacional, provincial y cantonal, suministrando servicios de calidad a la ciudadanía a través del cumplimiento de las disposiciones legales que lo rigen y propender a la eficiencia y eficacia de sus atribuciones y responsabilidades. Si se trata de representatividad a través de organizaciones sociales, están presentes en la Parroquia Buenavista el Seguro Social Campesino y la Asociación de Ganaderos "Virgen del Perpetuo Socorro" en su cabecera parroquial.

**4.1.2.5. Grupos Étnicos.** En la parroquia no existen grupos étnicos legítimamente reconocidos, la población es mestiza, a pesar de que sus raíces provienen del pueblo Palta, localizado en el cantón vecino de Paltas, dichos pobladores no poseen tierras ancestrales ni culturas identitarias como paltas, pero se encuentra vestigios que sustentarían la presencia de esta cultura.



**4.1.2.6. Seguridad y convivencia ciudadana.** El territorio de Buenavista y sus barrios forman parte de la convivencia por seguridad ciudadana pues está contemplado dentro de la política pública ejecutada desde el Gobierno Central. Todos los ciudadanos dentro de convivencia ciudadana tienen derecho a la libertad, a la protección y a la garantía de su seguridad física e integral, a un resguardo policial sin restricciones de libertad o sanción alguna. Es responsabilidad de los estamentos gubernamentales garantizar a la sociedad civil vivir en un ambiente de tranquilidad y seguridad donde puedan desenvolverse dentro y fuera de sus ámbitos de trabajo toda la sociedad civil.

#### **4.1.3. Características del componente económico productivo**

**4.1.3.1. Trabajo y empleo.** Clasificando a la población de la parroquia por sectores económicos se tiene que su incidencia está en el sector primario, principalmente en la agricultura y ganadería, con el 70 %, el sector primario de la parroquia Buenavista se encuentra conformado principalmente por la agricultura y la ganadería bovina. Es una zona altamente productiva en: maíz, maní, café, caña de azúcar y cítricos; entre otros productos típicos de la zona se encuentra el guineo, el fréjol, y aves de corral, cuya producción es para autoconsumo, lo que visibiliza que es el sector de mayor importancia y el que es el eje que moviliza la economía de la parroquia.

Seguido el sector secundario con el 20 %, en Santa Lucía y el Guango existe una molinera de caña para vender panela. Presencia de una microPyme que procesa café en la cabecera parroquial Buenavista y su producto se comercializa con el nombre de "Café Buenavista". Hay molineras artesanales para la fabricación de panela en la Zona de Lamederos y Hacienda Nueva. El sector terciario con el 10 %, representado por Tres restaurantes en la cabecera parroquial 2 Balnearios privados en Hacienda Nueva "La Delicia" y Rinconcito del Cielo; Laguna Azul en El Palmar, del señor Ing. Líder Córdova.

**4.1.3.2. Principales productos del territorio.** Entre los principales productos del territorio se tiene, el café, caña, maíz, maní, y otros de subsistencia, así mismo se aprecia la producción de ganadería bovina, porcina y explotación de aves. El área agrícola está en 1 467,23 ha aproximadamente, distribuida en café, con 703, 97 ha, caña con 281,71 ha, maíz duro con 709,2 ha y maní con 276, 64 ha.

El uso del suelo para la parroquia Buenavista, está destinado para las áreas de cultivos permanentes y anuales, se aprecia los mosaicos agropecuarios, bosques nativos y otros, destinados para Infraestructura productiva, hábitat y vivienda. Los cultivos permanentes de café y pastos están en Ombomba, hacienda. Nueva, El Palmar, Buenavista, Santa Lucía, Vallehermoso y la Paica ocupan el 0,54 % del total de área cultivada. Un porcentaje representativo de cultivos anuales como maní, maíz y tomate de huerta para ensaladas, están en la parte baja de Hacienda. Nueva, Buenavista, Pan de Azúcar y Santa Lucía con 21,9 %.

**4.1.3.3. Financiamiento.** En la cabecera cantonal existe el Banco Nacional de Fomento con alrededor de 7 años de funcionamiento; se encuentra también la “Cooperativa 29 de Enero”, funcionando desde el año 2000, cerca de 16 años al servicio de Chaguarpamba. El promedio de transacciones que atiende éste sector es de aproximadamente unos 60 usuarios por día para el BNF y 15 socios por día para la 29 de Enero.

**4.1.3.4. Redes viales y de transporte.** Actualmente la parroquia cuenta con la vía principal asfaltada, desde la entrada de la parroquia hasta la escuela Edison, y las vías secundarias como la calle 10 de agosto, calle Loja, Lucrecia Aldeán, se encuentran adoquinadas.

## **4.2. Fundamentos de la propagación de especies vegetales**

La propagación de especies vegetales consiste en efectuar la multiplicación por medios tanto sexuales como asexuales, por tanto es necesario conocer las manipulaciones mecánicas y procedimientos técnicos, cuyo dominio requiere de cierta práctica y experiencia, siendo ejemplo de cómo hacer injertos o preparar estacas, este aspecto puede considerarse como el arte de la propagación (Hartmann y Kester, 1997).

El éxito en la propagación de plantas requiere del conocimiento de la estructura y la forma de desarrollo de la planta, lo cual constituye la ciencia de la propagación; además, requiere el conocimiento de las distintas especies o clases de plantas y los varios métodos con los cuales es posible propagar ciertas de ellas (Hartmann y Kester, 1997).

Para Osuna et al. (2017) la propagación de plantas involucra la aplicación de principios y conceptos biológicos enfocados a la multiplicación de plantas útiles de un genotipo específico, esta multiplicación se realiza a través de propágulos, los cuales se definen como cualquier parte de la planta que se utilice para producir una nueva planta o una población, los propágulos incluyen semillas, segmentos de tejido, yemas, explantes, esquejes o estacas, y diversas estructuras especializadas como bulbos, cormos o tubérculos. Uno de los principios en los que se basa la propagación de las plantas es el de totipotencia, característica de la célula para reproducir un organismo entero ya que posee toda la información genética necesaria. La propagación de plantas es una práctica fundamental en el campo de las ciencias agrícolas, ya que de la calidad de la semilla botánica o material vegetativo que se utilice, va a depender el resto del proceso productivo (Arrieta et al., 2017).

### **4.3. Métodos de propagación de especies forestales**

Osuna et al. (2017), indican que existen básicamente dos alternativas de propagación de plantas: sexualmente a través de semillas o asexualmente mediante tejidos vegetales.

#### ***4.3.1. Propagación sexual o por semillas***

La semilla es el órgano de propagación a través del cual el nuevo individuo se dispersa. El éxito con el cual este nuevo individuo se establece (tiempo, lugar y vigor de la plántula), está en gran medida determinado por las características fisiológicas y bioquímicas de la semilla; sin embargo, hay factores externos que no siempre son favorables para que esto ocurra como el suelo, clima, competencia y depredación entre otros. Las respuestas de las semillas al ambiente y las sustancias de reserva que contiene (carbohidratos, lípidos, proteínas), son de gran importancia para el éxito del establecimiento de la plántula hasta que ésta sea capaz de utilizar la luz y hacerse autótrofa (Osuna et al., 2017).

La reproducción sexual implica la unión de células sexuales masculinas y femeninas, la formación de semillas y la creación de una población de plántulas con genotipos nuevos y diferentes. La división celular (meiosis) que producen las células sexuales implica la división reduccional de los cromosomas, en la cual su número es reducido a la mitad. El número original de cromosomas es restablecido durante la fecundación, dando origen a nuevos individuos que contienen cromosomas tanto del progenitor masculino como del femenino (Hartmann y Kester, 1997).

La descendencia puede asemejarse a uno, a ambos o ninguno de los progenitores, dependiendo de sus similitudes genéticas (Hartmann y Kester, 1997).

**4.3.1.1. La semilla.** Las semillas son la unidad de reproducción sexual de las plantas y tienen la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen, siendo uno de los elementos más eficaces para que esta se disperse en tiempo y espacio. Constituyen el mecanismo de perennización por el que las plantas perduran generación tras generación. Son el medio a través del cual, aún de manera pasiva, las plantas encuentran nuevos sitios y microambientes. En todo cultivo es imprescindible tener en cuenta la calidad de la semilla para su éxito. Las semillas son el punto de partida para la producción y es indispensable que tenga una buena respuesta en las condiciones de siembra y que produzca plántulas vigorosas, para alcanzar el máximo rendimiento (Doria, 2010).

Las semillas son el principal mecanismo de reproducción, están constituidas por un embrión y por compuestos de reserva (glúcidos, proteínas, lípidos), rodeados ambos por las cubiertas seminales. No obstante, esta estructura general varía entre las diferentes especies principalmente en relación al tipo y proporción de los compuestos de reserva y a las características de las cubiertas seminales (Pita y Pérez, 1998).

**4.3.1.2. Partes de la semilla.** Plua (2017) menciona que la semilla está formada por las siguientes partes:

**a) Embrión.** Es la nueva planta contenida en la semilla, es muy pequeña y se encuentra en estado de letargo. El embrión está formado por 4 partes:

**1) Radícula:** Es una primera raíz rudimentaria que tiene el embrión. A partir de esta raíz se desarrollarán otras secundarias y pelillos para la absorción de nutrientes.

**2) Plúmula:** Es una yema que se encuentra en el lado opuesto a la radícula, constituye la parte del vástago que producirá las primeras hojas.

**3) Hipocótilo:** Es el espacio entre la radícula y la plúmula. Esta parte se convertirá en un tallo.

**4) Epicótilo:** parte del eje caulinar que, en el embrión, se encuentra situado por encima de la inserción de los cotiledones.

**5) Cotiledón:** Es la primera o dos primeras hojas del embrión de una planta fanerógama. Según el número de cotiledones que tiene la semilla se divide en monocotiledóneas, que tendrán una sola hoja, mientras que las dicotiledóneas desarrollan dos cotiledones.

**b) Endospermo.** También llamado albumen, es la reserva de alimento que tiene la semilla, normalmente almidón.

**c) Epispermo.** Es una capa exterior, en las gimnospermas está formado por una sola capa denominada testa, mientras que en las angiospermas está formado por dos capas, la testa y el tegumento que está por debajo.

**4.3.1.3. Clases de semillas.** Según Doria (2010), técnicamente se conocen las siguientes clases de semillas:

**a) Semillas ortodoxas.** Son tolerantes a la desecación, se dispersan y conservan luego de alcanzar un bajo porcentaje de humedad.

**b) Semillas recalcitrantes.** Son sensibles a la desecación, se dispersan junto con los tejidos del fruto (carnoso) con altos contenidos de humedad.

**4.3.1.4. Calidad de las semillas.** El uso de semillas de calidad y procedencia conocida está ampliamente aceptado, y es la mejor manera de garantizar una plantación sana y de crecimiento rápido. Sin embargo, puede ocurrir que una semilla fisiológicamente buena tenga por resultado el establecimiento satisfactorio de una plantación, pero que esta sea de escaso vigor, de crecimiento lento, que no se adapte bien al lugar o que no produzca el tipo de madera adecuada, debido a que no se eligió bien la procedencia o genotipo (Cárdenas et al., 2004).

Además, no tiene mucho sentido producir semilla genéticamente mejorada y aun costo superior, si esa semilla muere debido a técnicas de manipulación deficientes y debe posteriormente ser sustituida por una semilla de inferior calidad para conseguir los objetivos de la plantación. La manipulación correcta de las semillas es un complemento esencial del mejoramiento genético (Cárdenas et al., 2004).

**4.3.1.5. Tratamientos pre germinativos de las semillas.** Sánchez et al. (2004), mencionan que existen semillas que aun teniendo la capacidad de germinar y encontrándose bajo condiciones adecuadas no lo hacen, a estas semillas se las llama latentes.

En ciertas especies deben ocurrir algunos cambios en la estructura física o bioquímica de la semilla antes del inicio de la germinación, en otros casos el embrión debe someterse a cambios fisiológicos para facilitar así el proceso. Bajo condiciones naturales, estos cambios ocurren paulatinamente, debido a diferentes condiciones de aireación, humedad, temperatura, luz, y a la acción de microorganismos y otros factores. En el vivero, se puede estimular la germinación de semillas latentes, produciendo las condiciones necesarias para la interrupción de la latencia mediante tratamientos pregerminativos como la escarificación. Algunos de los tratamientos aplicados son:

*a) Tratamientos químicos.* Algunas semillas de testa dura necesitan escarificarse con ácido sulfúrico puro o diluido, por un tiempo variable.

*b) Tratamientos mecánicos.* Este tratamiento surte efectos parecidos a los del tratamiento químico. Consiste en eliminar o romper la testa para que la humedad contacte mejor a la semilla. Otros tratamientos mecánicos son, por ejemplo, el agujerear las semillas o cortar en tegumento en la extremidad de los cotiledones con remojo posterior en agua.

*c) Inmersión en agua.* Tratamiento empleado en muchas especies y es el más recomendado. La semilla se sumerge por un periodo dado, con o sin cambio del agua cada 12 o 24 horas. Este tratamiento puede realizarse a temperatura ambiente o bajo refrigeración.

*d) Inmersión en agua hirviendo.* Este tratamiento se practica sobre todo en leguminosas, sumergiendo la semilla por unos 30 segundos en agua hirviendo.

**4.3.1.6. Germinación.** Cuando el embrión contenido en una semilla cesa su latencia, recobrando su actividad vital, se dice que la semilla germina y el proceso recibe el nombre de germinación. Comienza la germinación con la inhibición de la semilla por absorción de agua, la semilla se hincha y comienza la movilización de las reservas hacia las zonas de crecimiento del embrión: radícula y plúmula. Siempre el primer órgano en emerger es la radícula, que lo hace a través del micrópilo, este es el primer signo de la germinación (Troiani et al., 2017).

Cuadra (1992) menciona que la germinación es el conjunto de procesos que se producen en la semilla desde que el embrión comienza a crecer hasta que se ha formado una pequeña planta que puede vivir por sí misma, independiente del alimento almacenado en la semilla.

*a) Tipos de germinación.* Rosabal et al. (2014), mencionan que hay básicamente dos tipos de germinación: epigea y hipogea.

**1) Germinación epigea:** El hipocótilo (porción comprendida entre la radícula y la plúmula) se alarga y eleva los cotiledones por encima de la superficie del suelo. Posteriormente, los cotiledones se transforman en órganos fotosintéticos actuando como si fueran hojas. Finalmente, tiene lugar el desarrollo del epicótilo (situado por encima de los cotiledones) a partir del cual se van a desarrollar las primeras hojas verdaderas.

**2) Germinación hipogea:** La elongación del hipocótilo no eleva a los cotiledones sobre la superficie del suelo, quedando estos enterrados. El hipocótilo es muy corto, prácticamente nulo. A continuación, el epicótilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son, en este caso, los primeros órganos fotosintetizadores de la plántula.

*b) Etapas de la germinación.* Cuadra (1992) menciona que las etapas por las que pasa la semilla durante los procesos de la germinación son las siguientes:

**1) Imbibición:** Es el período durante el cual la semilla absorbe (embebe) agua y se hincha. El agua que rodea a la semilla pasa a través de las envueltas seminales, penetra en su interior y al llegar al embrión, en cantidad suficiente, éste se activa y comienzan los procesos que terminarán en el desarrollo de la planta.

**2) Digestión y transporte de alimentos:** Lo primero que necesita el embrión para comenzar a desarrollarse es alimento. Por ello libera enzimas digestivas que disuelven parte del alimento que es absorbido desde el tejido almacenador hasta el embrión. Gracias a esta alimentación el embrión puede respirar más rápidamente y crecer.

**3) Elongación celular:** Las células embrionarias son pequeñas antes de la germinación y el primer crecimiento del embrión se debe a que sus células aumentan su tamaño y no a que se multipliquen. El embrión utiliza las proteínas, las grasas y los hidratos de carbono, digeridos y absorbidos desde el tejido de almacén de alimentos, para respirar y para alargar sus células. La multiplicación celular no comenzará hasta que no haya terminado este proceso de alargamiento celular.

**4) Germinación visual:** Cuando tiene lugar la elongación celular podemos observar cómo el embrión se va abultando hasta que uno de los extremos del eje embrionario rompe las envueltas seminales y aparece claramente a nuestra vista, dándonos la primera señal palpable de que la semilla está germinando.

**5) Plántula:** Es la pequeña y rudimentaria plantita, que posee ya su radícula y su primer brote, pero que aún se alimenta de las reservas nutritivas de la semilla. Rápidamente formará las primeras hojas, que podrán realizar la función clorofílica, y desarrollará pelos absorbentes en la raíz, a través de los que absorberá del suelo agua con sales minerales disueltas. Con ello la planta se establece, es decir, es capaz de vivir totalmente independiente de la semilla. Los restos rotos de las envueltas seminales y los del tejido almacenador de alimentos, se pudren y desaparecen. La plántula pasa a ser una planta joven, terminándose totalmente el proceso de germinación en amplio sentido.

*c) Condiciones para que se dé la germinación.* Según Cuadra (1992), para que tenga lugar la germinación tiene que reunirse una serie de condiciones, tanto en la semilla como en el ambiente que la rodea. Entre estas condiciones se encuentran las siguientes:

#### **1) Condiciones externas:**

**Disponibilidad de agua:** Una semilla tiene que disponer de agua para poder germinar, el agua es el factor ambiental más limitante para la germinación y ha de estar disponible en una cantidad adecuada, ya que tanto su exceso como su defecto traen consecuencias negativas para la germinación.

**Temperaturas adecuadas:** Respecto a la influencia que la temperatura tiene sobre la germinación cabe destacar que, para cada especie, existe una temperatura máxima, por encima de la cual sus semillas no podrán germinar, una temperatura óptima a la cual las semillas germinan mejor y con mayor rapidez, y una temperatura mínima, por debajo de la cual las semillas de esa especie no pueden germinar.

**Presencia o ausencia de luz:** En muchos casos las semillas germinan indiferentemente bajo la luz o en la oscuridad; sin embargo, muchas semillas sólo germinarán en presencia de luz, mientras que, la germinación de otras quedan fuertemente inhibidas por efecto de la misma.



## 2) Condiciones intrínsecas:

**La semilla debe estar viva y bien constituida:** El embrión de una semilla generalmente es capaz de permanecer vivo durante un largo período de tiempo, y a esta capacidad se le llama viabilidad de la semilla. La facultad de germinar, llamada poder germinativo, se puede conservar también durante un período prolongado. El período durante el cual una semilla conserva su viabilidad y su poder germinativo es variable, dependiendo de la especie y de las condiciones en que se conservan las semillas.

**La semilla debe de estar madura:** Normalmente una semilla está madura cuando se separa de la planta, pero en realidad ésta es sólo la madurez morfológica, entendida esta última como la aptitud de la semilla para germinar. Así, pues, teniendo en cuenta la madurez de la semilla, se pueden presentar tres casos. El primero es aquel en el que la madurez fisiológica antes que la morfológica y la semilla germina sobre la planta. En el segundo caso ambos tipos de madurez se presentan simultáneamente y la semilla puede germinar en cuanto se desprende de la planta, si las condiciones ambientales son apropiadas para ello. El tercer caso sería el de aquellas semillas que se desprenden de la planta antes de conseguir desarrollar plenamente su capacidad de germinación. Estas semillas pasarán por un período más o menos largo antes de desarrollar totalmente su capacidad germinativa. La semilla debe ser permeable al agua y al oxígeno.

### 4.3.2. *Multiplicación asexual o vegetativa*

Llamada también propagación vegetativa o reproducción agámica. Permite producir plantaciones homogéneas con características fenotípicas deseables (Meza, 2015). Consiste en producir nuevos individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas. La propagación asexual es posible debido a que cada una de las células de la planta contiene todos los genes necesarios para el crecimiento y desarrollo y, en la división celular (mitosis) que se efectúa durante el crecimiento y regeneración, los genes son replicados en las células hijas. La regeneración de un nuevo organismo por métodos asexuales ocurre con facilidad en las plantas superiores (Hartmann y Kester, 1997).

**4.3.2.1. Multiplicación por estacas.** Una estaca es cualquier porción de una planta que una vez separada de ella y en condiciones adecuadas, genera una nueva planta completamente e independientemente. No todas las plantas leñosas permiten esta práctica, ni todas las especies presentan la misma facilidad de enraizamiento. Es necesario que las estacas contengan cantidades suficientes de sustancias de reserva hasta su completo enraizamiento. El tamaño de las estacas sin importar la especie depende del tipo de estaca a utilizar, aunque en general debe ser entre 15 a 30 cm. Algunas especies sobre todo de hojas perennes, requieren mantener sus hojas, sin las cuales sería imposible lograr su enraizamiento (Sánchez et al., 2004).

La propagación vegetativa o asexual por medio de enraizamiento de estaca de tallo es la forma más común de clonación de las plantas ornamentales. Es el principal método de propagación de importantes cultivos florícolas y de arbustos ornamentales. Esto se debe a que es un método sencillo, que permite multiplicar y obtener en un tiempo relativamente corto, plantas homogéneas y de buena calidad comercial. La eficiencia depende de la especie a propagar y es afectada por diversos factores, ya sean previos o posteriores a la cosecha de las estacas (Sisáro y Hagiwara, 2016).

**4.3.2.2. Importancia de la multiplicación por estacas.** Huanca (2001) menciona que este es el método más importante para propagar arbustos ornamentales; además, es poco costoso, rápido y sencillo, no necesitando de las técnicas especiales que se emplean para el injerto. Las estacas también se usan ampliamente en la propagación comercial en invernadero de muchas plantas con flores y se usa en forma común para propagar diversas especies.

**4.3.2.3. Tipos de estacas.** Huanca (2001) indica que las estacas casi siempre se hacen de las porciones vegetativas de la planta, como los tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos), las hojas o las raíces. Se pueden hacer diversos tipos de estacas, que se clasifican de acuerdo con la parte de la planta de la cual proceden:

*a) Estacas de tallo.* Este es el tipo más importante de estacas y puede dividirse en cuatro grupos, de acuerdo con la naturaleza de la madera usada: de madera dura, de madera semidura, de madera suave y herbácea. En la propagación por estacas de tallo se obtienen segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, con la mira de que, al colocarlas en condiciones adecuadas, produzcan raíces adventicias y, en consecuencia, plantas independientes.

El tipo de madera, el período de crecimiento usado para hacer las estacas, la época del año en que se obtengan y otros factores pueden ser de mucha importancia para asegurar el enraizamiento satisfactorio de algunas plantas. La información concerniente a esos factores se da, aunque parte de ese conocimiento puede conseguirse en la práctica misma de propagar plantas.

**b) Estacas de madera dura (*especies caducifolias*).** Este es uno de los métodos de propagación más fácil y menos costoso. Las estacas de madera dura son fáciles de preparar, no son fácilmente perecederas, de ser necesario, pueden enviarse a distancias largas y no requieren equipo especial durante el enraizado. Las estacas con madera dura con más frecuencia se usan en la propagación de plantas leñosas caducifolias, aunque es posible propagar ciertas especies siempreverdes de hoja ancha, por medio de estacas de madera dura sin hojas.

**c) Estacas herbáceas.**

**1) Hojas:** Algunas especies herbáceas, como las violetas africanas y las peperomias, producen raíces a partir de sus hojas y posteriormente tallos; sin embargo, esto no ocurre con facilidad en la mayoría de los árboles. Los cortes que incluyen; además, de la hoja una yema axilar y un fragmento de rama son adecuados para propagar algunas plantas como las camelias y los rododendros, que son especies leñosas y también se utilizan para propagar árboles cuando la cantidad disponible de otro tipo de segmentos es escasa.

**2) Estacas de raíz:** Corresponde a un tejido radical engrosado, con una corona provista de yemas aéreas en un extremo y raíces en el otro. El tejido primario de almacenamiento está constituido por raíces, ejemplos de raíz tuberosa.

**4.3.2.4. Reguladores de crecimiento vegetal.** Los reguladores del crecimiento vegetal, son compuestos orgánicos 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. Los reguladores vegetales son productos sintéticos que se han convertido en las primeras herramientas capaces de controlar el crecimiento y actividad bioquímica de las plantas por lo que su uso ha aumentado en los últimos años (Alcántara et al., 2019).

Las plantas dentro de su desarrollo requieren de reguladores hormonales, capaces de controlar toda la actividad metabólica en función de garantizar la homeostasis intracelular y extracelular. Cada fitohormona de acuerdo con su estructura química realiza diferentes interacciones para poder cumplir con sus funciones. Las principales fitohormonas utilizadas en el crecimiento vegetal son las auxinas y citoquininas (Alcántara et al., 2019).

**a) Auxinas.** Las auxinas participan en todos los procesos de desarrollo de las plantas y a nivel celular, intervienen en los procesos de división, elongación y diferenciación celular. Una de las características más sobresalientes de esta fitohormona es que está distribuida diferencialmente entre células y tejidos; en algunos casos se acumula localmente en una célula o un grupo de células, en otros cambia su distribución entre células y, finalmente, también puede tener una distribución diferencial en los tejidos vegetales. Los diferentes compuestos globalmente denominados auxinas, se caracterizan por su capacidad de provocar uno o varios fenómenos biológicos como son: inducir la elongación de tallos en bioensayos, promover la división celular en cultivos de callos en presencia de citocininas, y formar raíces adventicias en hojas y tallos cortados (Arroyo et al., 2014).

**b. Citoquininas o citocininas.** Las citocininas son un grupo de hormonas vegetales que regulan diversos aspectos del crecimiento y desarrollo de las plantas, tales como la división celular, la fotosíntesis, la senescencia, el desarrollo de cloroplastos, y la partición de asimilados en los distintos órganos de la planta (Criado et al., 2010). Las citoquininas tienen la capacidad de estimular e inducir una alta proliferación y división celular, suelen inducir la iniciación y elongación de las raíces al igual que pueden activar la senescencia de las hojas, permitiendo estimular el desarrollo fotomorfogénico vegetal y jugar un rol importante en el aumento y generación de la producción de brotes a nivel vegetal (Alcántara et al., 2019).

#### **4.3.3. Raíz Forte de Agrota**

Fertilizante cristalizado de alta solubilidad a base de macro y micronutrientes para estimulación del sistema radicular, incrementa el volumen de raíces y acelera la etapa de adaptación del cultivo tras la siembra, se caracteriza por combinar macro y microelementos esenciales para el sistema radicular, libre de cloro en su composición, y alta solubilidad para aplicación en drench o fertiriego, está compuesto por Nitrógeno (N) 11 % - Fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 48 % - Potasio (K<sub>2</sub>O) 13 % (Agrota, 2019).

#### 4.4. Descripción de *Tectona grandis* L.,

##### 4.4.1. Clasificación taxonómica

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnoliopsida
- **Orden:** Lamiales
- **Familia:** Verbenaceae
- **Género:** *Tectona*
- **Especie:** *grandis*
- **Nombre científico:** *Tectona grandis* L.,
- **Nombre común:** Teca

##### 4.4.2. Descripción botánica

La teca es una especie perenne, decidua o semidecidua en climas no estacionales, que puede alcanzar más de 50 m de altura y 2 m de diámetro en su lugar de origen (Figura 1a). El sistema radical superficial, con frecuencia no sobrepasa los 50 cm de profundidad, y las raíces se pueden extender lateralmente hasta 15 metros desde el tronco (Herrera, 2018).

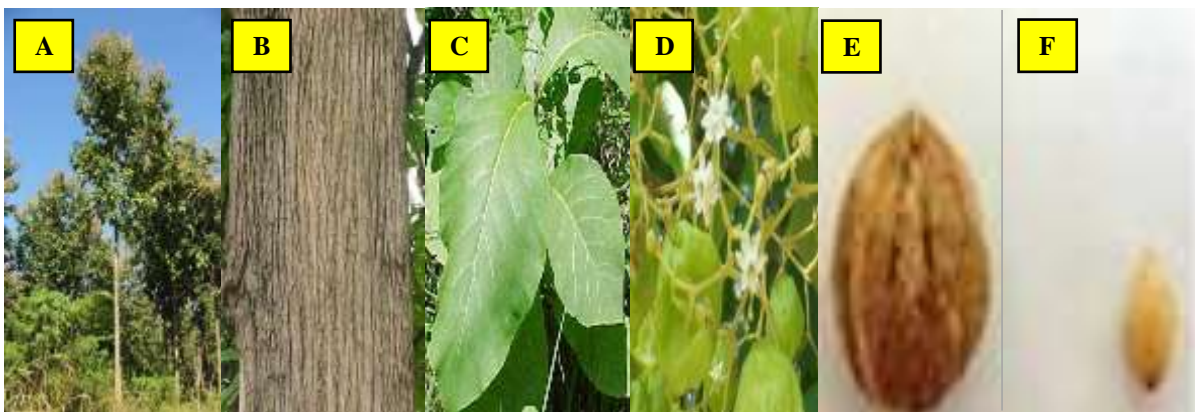
El fuste usualmente es recto, en ocasiones limpio de ramas hasta alturas de 20 m o más, en ocasiones acanalado y con contrafuertes pequeños. La corteza es blanda, con ligeras grietas longitudinales, grisáceo-parda, blanquecina en su interior y con savia rojiza y pegajosa, de 1 – 1,5 cm de espesor (Figura 1b) (Herrera, 2018).

Las hojas son ampliamente ovadas, decusadas o ternadas, opuestas, verticiladas en plantas jóvenes, de 25 cm a 50 cm de largo y de 15cm a 37 cm de ancho, mucho más grandes en los rebrotes de tocón, basalmente cuneadas, enteras o denticuladas, casi glabras o ligeramente pilosas en ambas caras, lisas o ásperas, pecioladas, discoloras, el haz verde oscura, el envés verde claro (Herrera, 2018) (Figura 1c).

La inflorescencia es una cima o panícula terminal o axilar, erecta y ramificada, con 40 cm de largo y 35 cm de ancho, brácteas muy pequeñas; flores numerosas, blanquecinas, bisexuales, actinomorfas, de 3 – 6 cm de largo; cáliz grisáceo, campanulado, gamosépalo, cortamente 5 – 7 lobulado, persistente; corola gamopétala, 5 – 7 lobulada, blanca, rosada en los lóbulos, glabra; estambres 5 ó 6, insertos hacia la base del tubo de la corola, exertos, anteras dorsifijas, dehiscentes por ranuras longitudinales; ovario ovoide, bicarpelar, tetralocular, un ovario por celda, estilo terminal, con un estigma cortamente bífido con ramificaciones casi iguales (Herrera, 2018) (Figura 1d).

El fruto es subgloboso, más o menos tetrágono, aplanado; exocarpo delgado y subcarnoso y endocarpo grueso y huesudo (Figura 1e), con 1 hasta 4 semillas, pequeñas oleaginosas, de 5 – 6 mm de largo, sin endospermo, en la práctica cada fruto se considera una semilla. (Herrera, 2018).

Las semillas son ortodoxas, este tipo de semillas puede almacenarse con contenidos de humedad de 6 a 7 % y temperaturas  $\leq 0$  °C. Estas condiciones permiten mantener la viabilidad por varios años. Generalmente las semillas ortodoxas presentan algún tipo de latencia. Las semillas bajo las condiciones adecuadas de almacenamiento permiten obtener mejores rendimientos en la germinación después de dos años (Cardozo, 2021) (Figura 1f).



Fuente: Herrera, C. (2018)

Figura 1. Teca (*Tectona grandis* L.)

#### 4.4.3. Fenología

La floración se da en los meses de junio a septiembre y la producción de frutos al inicio del verano, de febrero a abril (Chaves y Fonseca, 1991).

#### **4.4.4. Requerimientos ambientales**

Requiere de climas con una estación seca bien definida (3 a 5 meses), con temperaturas medias anuales entre 22 y 28 °C, una precipitación media anual de 1 250 a 2 500 mm y altitudes entre los 0 y 1 000 m s.n.m. (Cardozo, 2021).

#### **4.4.5. Requerimientos edáficos**

Se adapta a gran variedad de suelos, pero prefiere los franco-arenosos, profundos, fértiles, bien drenados y con pH neutro o ácidos (Chaves y Fonseca, 1991).

#### **4.4.6. Distribución geográfica**

Chaves y Fonseca (1991) mencionan que la especie es originaria de la india, se encuentra distribuida en Costa Rica, Cuba, Colombia, Venezuela, Haití, Puerto Rico, Ecuador, Guayana Francesa y México. Se encuentra en bosques de tipo monzónico, en bosque seco tropical y en bosque húmedo tropical.

#### **4.4.7. Aplicación y usos**

Herrera (2018) menciona que la teca (*Tectona grandis* L.), tiene varias aplicaciones y usos, entre ellas madera de aserrío, madera redonda y otros productos no maderables, a continuación, se detalla cada uno:

**4.4.7.1. Madera de aserrío.** De gran valor en la industria de construcción de botes; cubiertas, entablados, elementos interiores. Construcción naval; cubiertas y entablados. Construcción pesada; vigas, madera estructural. Construcción liviana. Muebles decorativos de interior y exterior. Carpintería de interiores y exteriores. Ebanistería; ventanas, puertas, marcos, alféizar para ventanas, umbrales para puertas, pasamanos, barandas, paneles y entrepaños, gabinetes. Adornos interiores y objetos decorativos. Durmientes. Pisos domésticos, expuestos a la luz y al tráfico moderado. Parqué. Partes para vehículos; carrocerías, vagones, carruajes en general. Instrumentos musicales. Artículos deportivos (que no requieran alta elasticidad). Juguetes. Embalajes especiales; recipientes para productos químicos. Tanques. Tonelería. Cajonería.

**4.4.7.2. Madera redonda.** Chapas decorativas. Postes para construcción. Postes para transmisión. Postes para cercas. Cabos para implementos. Tornería. Artesanías. Pilotes para puentes. La madera de teca también se utiliza para la producción de carbón de alta calidad, pero se considera de gran valor para tal uso, y en ocasiones sólo se utilizan los residuos de cosechas y del aserrado. Implementos agrícolas; timones de arados.

**4.4.7.3. Otros productos no maderables.** De la corteza de las raíces y de las hojas jóvenes se extrae un colorante (tintas) pardo-amarillento o rojizo, el cual se utiliza en el sudeste asiático para teñir telas de seda y algodón y para escritura. El aserrín se utiliza como incienso. Una pasta que se elabora con el polvo del aserrín o la madera tiene aplicaciones medicinales y se emplea contra las jaquecas biliosas y la hinchazón, y en infusiones contra la dermatitis o como vermífugo. Las flores tienen propiedades diuréticas y el leño es sudorífico. La corteza se utiliza como astringente y el aceite de la madera como un tónico para el cabello.



## 5. Metodología

### 5.1. Ubicación y Descripción del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja, a una altitud de 1 040 m s.n.m. (Figura 2). La parroquia Buenavista se encuentra ubicada al nor-oeste del cantón Chaguarpamba, a una distancia de 24 Km, tiene una extensión de 4 432,30 ha, geográficamente, se encuentra entre las siguientes coordenadas UTM 3°52'13,42'' S; 79°41'39,87'' W, a una altitud que oscila entre 440 m s.n.m. – 2 160 m s.n.m. Sus límites son: al Norte con la parroquia El Rosario y el Cantón Piñas de la Provincia de El Oro, al Sur con el Cantón Paltas y el Cantón Olmedo, al Este con la parroquia Amarillos y parte de la parroquia Chaguarpamba y al Oeste con la parroquia Santa Rufina (PDOT, 2015; SNI, 2015).

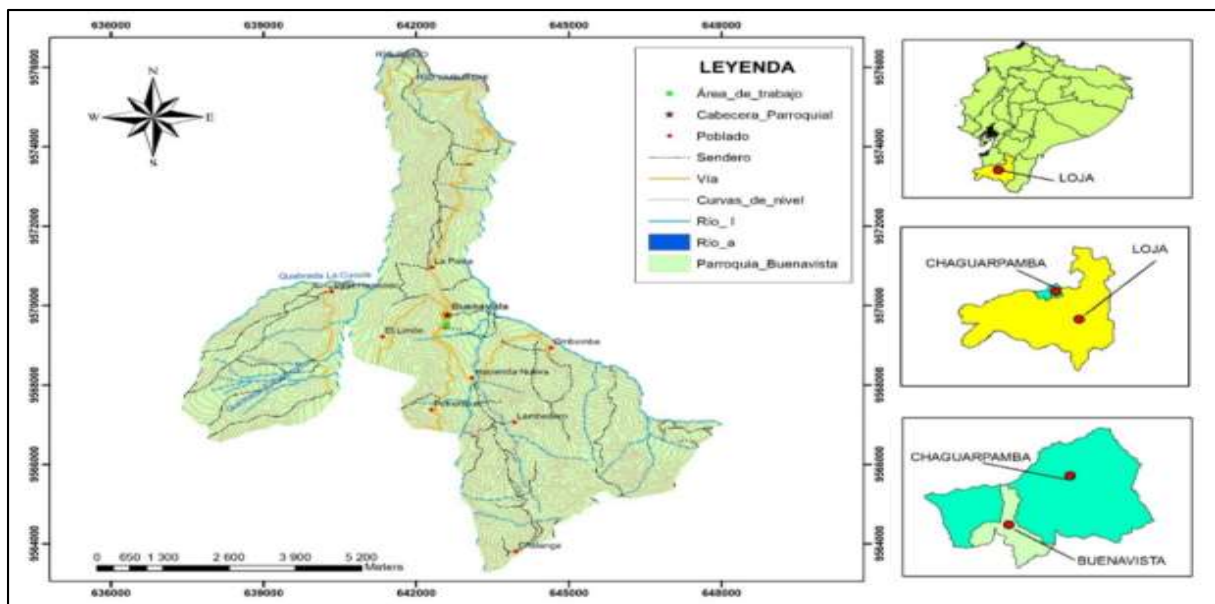


Figura 2. Ubicación del área de estudio.

### 5.2. Clima y Ecología

De acuerdo al INAHAMI (2015), el clima de la parroquia es el Ecuatorial Meso térmico Semi – Húmedo. Según los datos de la estación Zaruma, la precipitación máxima es de 317 mm en el mes de febrero y la mínima es de 5 mm en el mes de agosto, lo cual diferencia dos épocas una lluviosa y otra seca, que va desde diciembre a mayo y de junio a noviembre respectivamente, la precipitación media es de 1 395,60 mm al año. La temperatura máxima registrada es de 29 °C y la mínima es de 22,6 °C, la temperatura promedio es de 24 °C. La humedad relativa anual es de 81,3 % ( INAHAMI, 2015; SNI, 2015; PDOT, 2015).

Acorde a la clasificación ecológica de Holdridge y considerando los regímenes de altitud y precipitación, las zonas en mención corresponden a la zona de vida Bosque Húmedo Montano bajo (bhMB) en la zona media y alta; mientras tanto, que en su parte baja corresponde a la zona de Bosque seco montano bajo (Bs – MB)(MAE, 2013; PDOT, 2012).

### **5.3. Metodología para evaluar la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), probando dos métodos de escarificación, más un testigo y tres tipos de sustratos**

Para la propagación sexual de teca (*Tectona grandis* L.); se utilizaron los frutos maduros certificados, los cuales de acuerdo a Herrera (2018), a cada fruto se le consideró una semilla. No se utilizaron directamente las semillas que se extraen de los frutos debido a que son suaves y frágiles; además, por ser ricas en nutrientes son fácilmente atacadas por hongos, que pueden estar presentes en la superficie de la semilla o en el ambiente (Monge, 2011).

Para la implementación del ensayo y la evaluación referida a la germinación de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.) a nivel de vivero, se consideró las metodologías de (Chaves y Fonseca, 1991; Conde, 2016; Heredia, 2003; Quenayata, 2008; Quinapallo y Velez, 2013). Adaptándolas a las condiciones necesarias, para lo cual se procedió de la siguiente manera:

#### **5.3.1. Adquisición de semillas**

Se realizó la compra de semillas certificadas de teca (*Tectona grandis* L.), procedente del distrito Peñas Blancas, Costa Rica, por medio de la empresa PROFAFOR Quito- Ecuador (Figura 3).



Figura 3. Adquisición de semillas certificadas de teca (*Tectona grandis* L.).

### 5.3.2. Preparación y desinfección del sustrato

Para la preparación del sustrato, se usó tierra, arena y cáscara de arroz (Figura 4), en las proporciones:

- Sustrato 1: Tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista
- Sustrato 2: Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción: 3:1:2
- Sustrato 3: Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción: 1:1:1



Figura 4. Preparación del sustrato: A) tierra, arena y cáscara de arroz, B) proporciones de los sustratos, C) mezcla del sustrato.

Posteriormente, se realizó la desinfección del sustrato con Terraclor al 75 %, en una concentración de  $1,0 \text{ g. L}^{-1}$  de agua; a continuación, se procedió a cubrir el sustrato con un plástico negro y se dejó en reposo por 24 horas. Finalmente, se procedió a realizar el enfundado del sustrato de acuerdo a los respectivos tratamientos (Figura 5).



Figura 5. Desinfección del sustrato: A) terraclor 75 %, B) aplicación del desinfectante, C) sustrato cubierto con plástico color negro, D) enfundado del sustrato.

### 5.3.3. Distribución espacial de los tratamientos y repeticiones en el vivero

En el vivero se procedió a delimitar, etiquetar y ubicar las fundas con sustrato, en los espacios correspondientes para cada tratamiento y repetición (Tabla 1) (Figura 6).

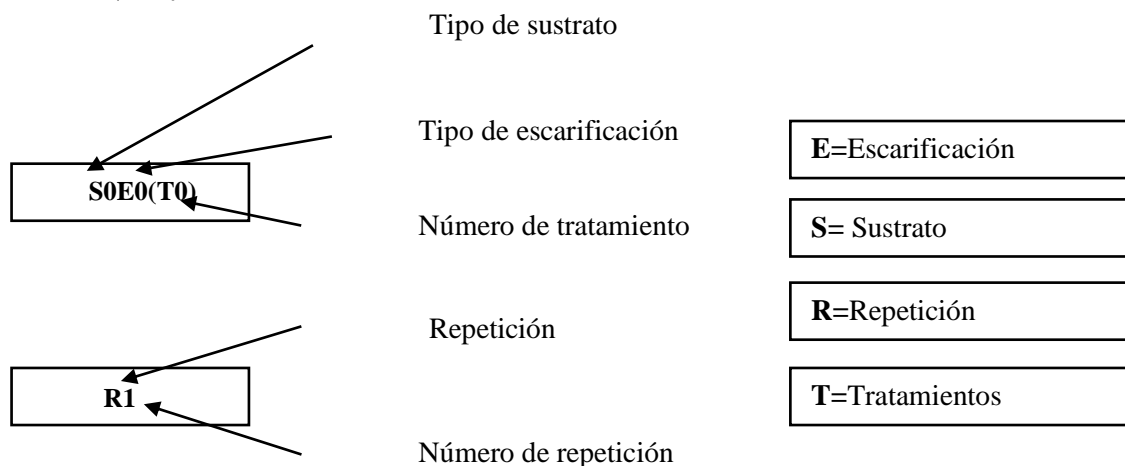


Figura 6. Distribución de los tratamientos en el vivero: A) delimitación dentro del vivero, B) letrero de identificación del objetivo, C) letreros de identificación de los tratamientos y repeticiones, D) ubicación de las fundas con sustrato.

Tabla 1. Distribución espacial de los tratamientos y repeticiones, para la propagación sexual de teca (*Tectona grandis* L.), en el vivero

Propagación sexual de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.)								
S0E0 (T0)			S0E1 (T1)			S0E2 (T2)		
R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
S1E0 (T3)			S1E1 (T4)			S1E2 (T5)		
R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
S2E0 (T6)			S2E1 (T7)			S2E2 (T8)		
R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3

#### LEYENDA:





### 5.3.4. Desinfección de las semillas

Las semillas certificadas son previamente desinfectadas; sin embargo, para el ensayo, las semillas fueron sumergidas con Vitavax 2,0 ml. L<sup>-1</sup> de agua, por un tiempo de una hora (Figura 7).



Figura 7. Desinfección de las semillas: A) materiales utilizados para la desinfección de semillas, B) vitavax (Desinfectante), C) desinfección de las semillas, D) semillas desinfectadas.

### 5.3.5. Métodos de escarificación de las semillas

Se utilizaron dos métodos de escarificación, más un testigo sin escarificar (Figura 8), los mismos que se detallan a continuación:

- Testigo 1: Semilla sin ningún tratamiento de escarificación
- Método de escarificación 2: Semillas sumergidas en agua corriente por 24 horas
- Método de escarificación 3: Semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos



Figura 8. Métodos de escarificación de las semillas.

### 5.3.6. Siembra de semillas

La siembra de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), se realizó colocando una semilla por funda, a una profundidad de 5 milímetros, en fundas plásticas de color negro, identificadas según el sustrato y el método de escarificación correspondiente (Figura 9).



Figura 9. Siembra de las semillas.

### 5.3.7. Tratamientos culturales

Luego de la siembra de las semillas, se realizaron los tratamientos culturales como: riego y deshierbe, estas actividades se hicieron de forma constante y periódicamente, de acuerdo al requerimiento observado (Figura 10).

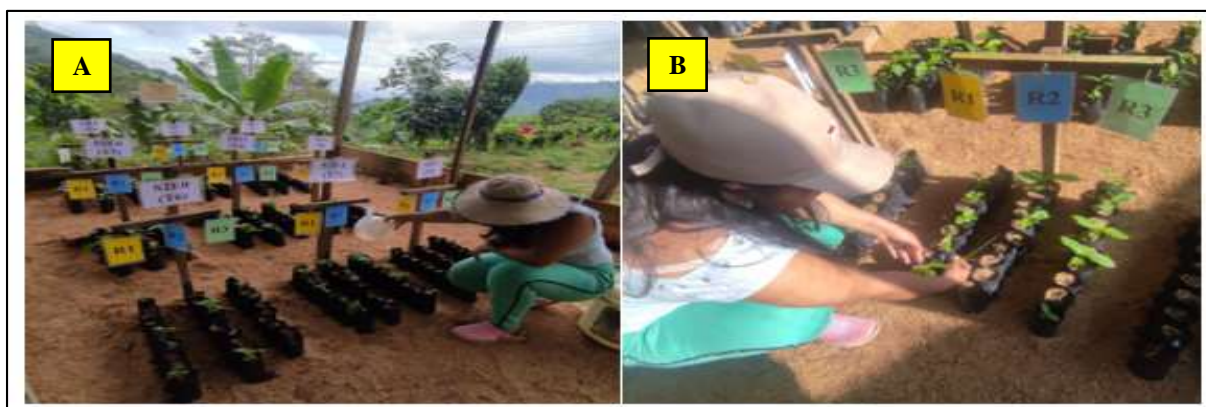


Figura 10. Tratamientos culturales: A) riego, B) deshierbe.

### 5.3.8. Variables de evaluación

Las variables evaluadas fueron:

- Número de días a la germinación
- Porcentaje de germinación
- Altura de las plántulas
- Número de hojas por plántula

Las evaluaciones de la germinación de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), se realizó a partir del quinto día, con una periodicidad de cinco días, hasta los 60 días (Figura 11).



Figura 11. Evaluación de la germinación de semillas: A) evaluación inicial (quinto día), B) evaluación final (día 60).

Como se puede ver en la Figura 12, se muestra la manera en la que se evaluó las variables correspondientes a la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.



Figura 12. Variables evaluadas: A) número de días a la germinación, B) porcentaje de germinación, C) altura de las plántulas, D) número de hojas por plántula.



### 5.3.9. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con arreglo factorial de 3 x 3, con 9 tratamientos y 3 repeticiones. En la Tabla 2 se detalla los factores y niveles utilizados para la evaluación de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.) a nivel de vivero.

Tabla 2. Descripción de los factores y niveles para evaluar la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero

FACTOR	NIVELES	
A. Tipos de Sustratos	Tierra bajo el dosel	(S0)
	Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 3:1:2	(S1)
	Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1	(S2)
B. Métodos de escarificación	Semillas sin ningún tratamiento de escarificación	(E0)
	Semillas sumergidas en agua corriente por 24 horas	(E1)
	Semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos	(E2)

A continuación, en la Tabla 3, se detallan los tratamientos utilizados para la evaluación de la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

Tabla 3. Tratamientos utilizados para evaluar la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero

MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN SUSTRATOS	Semillas sin ningún tratamiento de escarificación (E0)	Semillas sumergidas en agua corriente por 24 horas (E1)	Semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos (E2)
Tierra bajo el dosel (S0)	S0E0 (T0)	S0E1 (T1)	S0E2 (T2)
Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 3:1:2 (S1)	S1E0 (T3)	S1E1 (T4)	S1E2 (T5)
Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1 (S2)	S2E0 (T6)	S2E1 (T7)	S2E2 (T8)

**S0:** Tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista

**S1:** Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 3:1:2

**S2:** Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1

**E0:** Semillas sin ningún tratamiento de escarificación

**E1:** Semillas sumergidas en agua corriente por 24 horas

**E2:** Semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos



**5.3.9.1. Especificaciones del diseño experimental.** En la Tabla 4, se detallan las especificaciones del diseño experimental, utilizado para la evaluación de la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

Tabla 4. Especificaciones del diseño experimental, utilizado para evaluar de la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Unidad experimental	Una semilla en una funda plástica
Número de tratamientos	9
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales por tratamiento	30 semillas
Número de unidades experimentales por repetición	10 semillas
Número total de unidades experimentales	270 semillas
Número de fundas plásticas por tratamiento	30
Número de fundas plásticas por repetición	10
Número total de fundas plásticas	270

#### 5.3.10. Hipótesis del modelo

**H0:** Los métodos de escarificación y tipos de sustratos, no influyen en la germinación de semillas de Teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

**H1:** Los métodos de escarificación y tipos de sustratos, influyen en la germinación de semillas de Teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

#### 5.3.11. Análisis estadístico

Para evaluar el efecto de la interacción de los métodos de escarificación y los tres tipos de sustratos ensayados, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 3, con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Cabe señalar que en los tratamientos T2, T5, T8, no se registraron resultados, por tanto, para no inferir en el coeficiente de variación de los otros tratamientos, se omitió del análisis estadístico. Los datos registrados fueron previamente analizados para determinar la distribución normal y homogeneidad de varianza, por medio de la prueba estadística de Shapiro-Wilk, en algunos casos se requirió realizar transformaciones, tales como: logaritmo natural (ln) o raíz cuadrada. Los datos no paramétricos se analizaron a través de la prueba estadística de Kruskal Wallis y los datos paramétricos por medio de un ANOVA a nivel de significancia al 5 %; y, posteriormente cuando se determinó diferencias significativas de las variables entre los tratamientos, se realizó la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey.

El procesamiento de los datos, análisis estadístico y realización de figuras, fueron realizados con el paquete “GerminaR”, “agricolae” “vegan” y “ggplot2” en el software R versión 4.2.0 (R Core Team, 2022).

#### **5.4. Metodología para ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), probando dos concentraciones de un enraizador comercial, más un testigo y tres tipos de sustratos**

Para la implementación del ensayo y la evaluación referida a la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.) a nivel de vivero, se consideró las metodologías de (Conde, 2016; Heredia, 2003; Mendez, 2016, Meza et al., 2015; Quinapallo y Velez, 2013). Adaptándolas a las condiciones necesarias, para lo cual se procedió de la siguiente manera:

##### **5.4.1. Selección e identificación de árboles en el campo**

Para la selección e identificación de los árboles, se realizaron visitas previas en la zona de estudio, en dónde se seleccionaron árboles con atributos superiores, es decir aquellos con las mejores características fenotípicas, tales como: altura, diámetro, copa grande, fuste recto, ángulo de inserción de las ramas mayor o igual a 45 °, capacidad y edad para producir semillas, facilidad de recolección de material vegetal y buen estado fitosanitario (Figura 13).



Figura 13. Selección e identificación de árboles de teca (*Tectona grandis* L.), con características fenotípicas sobresalientes.

### 5.4.2. Recolección del material vegetal

De los árboles seleccionados en el campo, se colectaron las estacas en horas de la mañana (antes de las 10 H00), el material vegetal fue seleccionado de la parte media del árbol, es decir estacas en estado juvenil, con longitud de 20-30 cm y diámetro de 2-3 cm, con una a dos yemas; posteriormente, se envolvieron las estacas colectadas en papel periódico humedecido, para generar una cámara húmeda y evitar la deshidratación de los tejidos de los brotes. Luego se transportaron hasta el vivero donde se realizó los ensayos de multiplicación vegetativa de la especie (Figura 14).

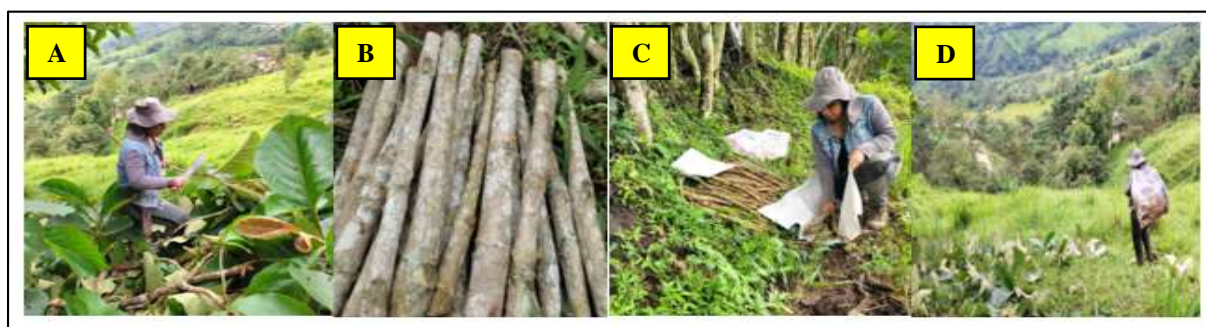


Figura 14. Material vegetal: A) recolección del material vegetal, B) estacas con yemas axilares, C) cámara húmeda, D) traslado del material vegetal al vivero.

### 5.4.3. Aislamiento de las estacas

En el vivero se realizó el aislamiento o preparación de las estacas, previo a la siembra en cada tratamiento, cortando las estacas de un tamaño de 15 a 20 cm de longitud, se cortó en forma de bisel, en la parte apical y basal; posteriormente en la parte superior se colocó pintura de color negro con el objeto de evitar la oxidación del tejido; mientras que, en la parte basal de la estaca se realizó el corte bajo la yema (Figura 15).



Figura 15. Aislamiento de las estacas: A) materiales utilizados B) preparación de las estacas, C) estacas aisladas, D) aplicación de pintura de color negro.

#### 5.4.4. Desinfección de las estacas

Las estacas fueron desinfectadas con una solución fungicida-bactericida (2,0 g. L<sup>-1</sup> de Goika + 2,0 ml. L<sup>-1</sup> de Kasumin), durante 10 minutos; posteriormente, las estacas se secaron al ambiente durante un periodo de 20 minutos, con la finalidad de evitar la contaminación y proliferación de hongos de las mismas. Después de la desinfección, las estacas se las dejó expuestas al sol, durante 3 días, con el propósito de eliminar los exudados y resinas (Mendez, 2016) (Figura 16).



Figura 16. Desinfección de las estacas: A) materiales utilizados para desinfectar las estacas, B) goika (fungicida) y kasumin (bactericida), C) desinfección de las estacas, D) estacas expuestas al sol.

#### 5.4.5. Preparación y desinfección del sustrato

Como se puede ver en la Figura 17, para la preparación del sustrato, se usó tierra, arena y cáscara de arroz, en las siguientes proporciones:

Sustrato 1: Tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista

Sustrato 2: Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción: 3:1:2

Sustrato 3: Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción: 1:1:1



Figura 17. Preparación del sustrato: A) tierra, arena y cáscara de arroz, B) proporciones de los sustratos, C) mezcla del sustrato.



Se realizó la desinfección del sustrato con una solución líquida a base de Terraclor al 75 %, en concentración de 1,0 g. L<sup>-1</sup> de agua; posteriormente, se adicionó al sustrato, y se cubrió con un plástico negro por 24 horas. Finalmente, se procedió a realizar el enfundado del sustrato de acuerdo a los tratamientos (Figura 18).



Figura 18. Desinfección del sustrato: A) terraclor 75 %, B) aplicación del desinfectante, C) sustrato cubierto con plástico color negro, D) enfundado del sustrato.

#### 5.4. 6. Distribución espacial de los tratamientos y repeticiones en el vivero

De acuerdo a los tratamientos utilizados para la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), como se puede ver en la Figura 19, dentro del vivero se procedió a delimitar, etiquetar y distribuir las fundas con sustrato, en los espacios correspondientes para cada tratamiento (Tabla 5).

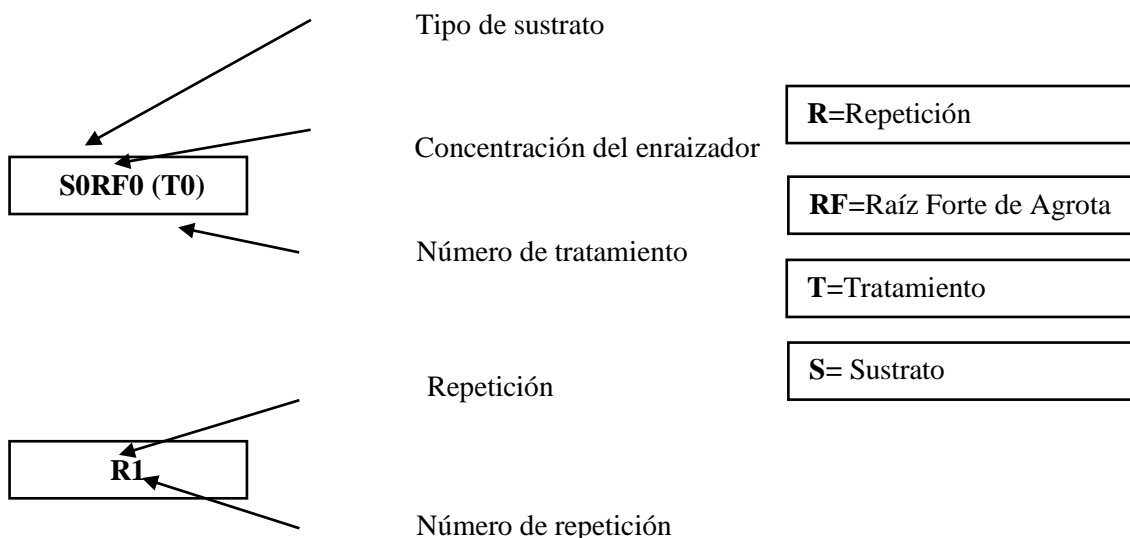


Figura 19. Distribución de los tratamientos en el vivero: A) delimitación dentro del vivero, B) letrero de identificación del objetivo, C) letreros de identificación de los tratamientos y repeticiones, D) ubicación de las fundas con sustrato.

Tabla 5. Distribución espacial de los tratamientos y repeticiones, para la multiplicación vegetativa de teca (*Tectona grandis* L.), en el vivero

Propagación asexual de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.)								
S0RF0 (T0)			S0RF1 (T1)			S0RF2 (T2)		
R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
S1RF0 (T3)			S1RF1 (T4)			S1RF2 (T5)		
R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
S2RF0 (T6)			S2RF1 (T7)			S2RF2 (T8)		
R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3

**LEYENDA:**



**5.4.7. Aplicación del enraizador comercial**

Como se puede ver en la Figura 20, para ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), se utilizó dos concentraciones de Raíz Forte de Agrota, más un testigo, para ello se humedeció 2,5 cm de la base de la estaca en la solución de agua, más la hormona enraizante, los mismos que se detallan a continuación:

- Concentración 1: Estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota.
- Concentración 2: Estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota, por 24 horas.
- Concentración 3: Estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota, por 24 horas.



Figura 20. Aplicación del enraizador comercial Raíz Forte de Agrota: A) materiales utilizados, B) enraizador comercial, C) peso de las concentraciones del enraizador comercial, D) colocación del agua, E) ubicación de las estacas en la solución donde se aplicó el enraizador, F) estacas sin el enraizador, G) concentración 2,0 g. L<sup>-1</sup>, H) concentración 3,0 g. L<sup>-1</sup>.

#### 5.4.8. Siembra de las estacas

La siembra de las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), se realizó en fundas plásticas de color negro, en los tres tipos de sustratos y con las concentraciones de la hormona enraizante Raíz Forte de Agrota, colocándolas a una profundidad de 2,5 cm, con un grado de inclinación de 45 °, se sembraron las estacas con una y dos yemas axilares, con la finalidad de obtener la emisión de brotes y raíces adventicias (Figura 21).



Figura 21. Siembra de las estacas.



#### **5.4.9. Tratamientos culturales**

Luego de la siembra de las estacas, se realizó los tratamientos culturales como, riego y deshierbe, estas actividades se realizaron manualmente de forma periódica, de acuerdo a la necesidad determinada por observación directa (Figura 22).



Figura 22. Tratamientos culturales: A) riego, B) deshierbe.

#### **5.4.10. Variables de Evaluación**

Las variables evaluadas fueron:

- Número de días a la formación de brotes
- Porcentaje de estacas con brotes
- Número de brotes por estaca
- Longitud de los brotes
- Porcentaje de enraizamiento
- Número de raíces por estaca
- Longitud de raíces de las estacas

Las evaluaciones del número de brotes por estaca, longitud y porcentaje de brotación, se realizó a partir de los 15 días de sembradas las estacas, con una periodicidad de 15 días, durante un tiempo de evaluación del ensayo de 90 días.



Como se puede ver en la Figura 23, se muestra la manera en la que se evaluó las variables de los brotes, correspondientes a la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.



Figura 23. Variables evaluadas (Brotos): A) número de días a la formación de brotes, B) porcentaje de estacas con brotes, C) número de brotes por estaca, D) longitud de los brotes.

Las evaluaciones del número de estacas enraizadas, número de raíces por estaca, longitud de raíces por estaca y porcentaje de enraizamiento, se realizaron a los 60 y 90 días de instalado el experimento. A los 60 y 90 días de evaluación, se extrajeron al azar el 30 % de las estacas de cada tratamiento y una vez evaluadas se las volvió a sembrar en cada funda plástica, para lo cual se marcaron con pintura anaranjada, las estacas evaluadas. La evaluación final del ensayo se realizó a los 90 días, en donde no se extrajeron las estacas que fueron extraídas en la primera evaluación (Figura 24).

Como se puede ver en la Figura 24, se muestra la manera en la que se evaluó las variables del enraizamiento, correspondientes a la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.



Figura 24. Variables evaluadas (Enraizamiento): A) porcentaje de estacas enraizadas, B) número de raíces por estaca, C) longitud de las raíces de las estacas, D) señalización de las estacas extraídas.

### 5.4.11. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial de 3 x 3, con 9 tratamientos y 3 repeticiones. En la Tabla 6 se detalla los factores y niveles utilizados para la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

Tabla 6. Descripción de los factores y niveles para evaluar la formación de brotes y raíces en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero

FACTOR	NIVELES	
A. Tipos de Sustratos	1. Tierra bajo el dosel	(S0)
	2. Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 3:1:2	(S1)
	3. Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1	(S2)
B. Enraizador comercial	1. Estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota	(RF0)
	2. Estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L <sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas	(RF1)
	3. Estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L <sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas	(RF2)

A continuación, en la Tabla 7, se detallan los tratamientos utilizados para ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

Tabla 7. Tratamientos utilizados, para evaluar la formación de brotes y raíces en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero

ENRAIZADOR COMERCIAL \ SUSTRATOS	Estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota (RF0)	Estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L <sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas (RF1)	Estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L <sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas (RF2)
Tierra bajo el dosel (S0)	S0RF0 (T0)	S0RF1 (T1)	S0RF2 (T2)
Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 3:1:2 (S1)	S1RF0 (T3)	S1RF1 (T4)	S1RF2 (T5)
Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1 (S2)	S2RF0 (T6)	S2RF1 (T7)	S2RF2 (T8)

**S0:** Tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista

**S1:** Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 3:1:2

**S2:** Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1

**RF0:** Estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota.

**RF1:** Estacas sumergidas en concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas

**RF2:** Estacas sumergidas en concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas

#### 5.4.11.1. Especificaciones del diseño experimental

En la Tabla 8, se detallan las especificaciones del diseño experimental, utilizado para el ensayo de la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

Tabla 8. Especificaciones del diseño experimental, utilizado para ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Unidad experimental	Una estaca en una funda plástica
Número de tratamientos	9
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales por tratamiento	30 estacas
Número de unidades experimentales por repetición	10 estacas
Número total de unidades experimentales	270 estacas
Número de fundas plásticas por tratamiento	30
Número de fundas plásticas por repetición	10
Número total de fundas plásticas	270

#### 5.4.12. Hipótesis del modelo

**H0:** El enraizador comercial Raíz Forte de Agrota, en diferentes concentraciones, no influye en la inducción raíces y brotes en estacas de Teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

**H1:** El enraizador comercial Raíz Forte de Agrota, en diferentes concentraciones, influye en la inducción raíces y brotes en estacas de Teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

#### 5.4.13. Análisis estadístico

Para evaluar el efecto de la interacción de las concentraciones del enraizador comercial Raíz Forte de Agrota y los tres tipos de sustratos ensayados, se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial de 3 x 3, conformado por 9 tratamientos y 3 repeticiones, cuyos datos fueron previamente analizados para determinar distribución normal y homogeneidad de varianza por medio de la prueba estadística de Shapiro-Wilk, en algunos casos se requirió realizar transformaciones, tales como: logaritmo natural (ln) o raíz cuadrada.

Los datos no paramétricos se analizaron a través de la prueba estadística de Kruskal Wallis y los datos paramétricos por medio de un ANOVA a nivel de significancia al 5 %; y, posteriormente cuando se determinó diferencias significativas de las variables entre los tratamientos, se realizó la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey.

El procesamiento de los datos, análisis estadístico y realización de figuras, fueron realizados con el paquete “GerminaR”, “agricolae” “vegan” y “ggplot2” en el software R versión 4.2.0 (R Core Team, 2022).

### **5.5. Metodología para la difusión de los resultados de investigación a los actores sociales interesados**

La difusión de resultados obtenidos en la presente investigación, se realizó mediante las siguientes actividades:

- Socialización de los resultados obtenidos, ante el Equipo Técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, de la Universidad Nacional de Loja.
- Elaboración de un poster y un tríptico, con los resultados del trabajo de investigación.
- Folleto técnico informativo con los resultados obtenidos en el trabajo de investigación.
- Elaboración y publicación del documento de la tesis.
- Elaboración de un artículo científico, con los resultados del trabajo de investigación.

## 6. Resultados

### 6.1. Evaluación de la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), probando dos métodos de escarificación, más un testigo y tres tipos de sustratos

#### 6.1.1. Número de días a la germinación

Como se muestran en las Figuras 25 y 26, la germinación de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), se presentó a partir del día 10 y se estabilizó hasta el día 35, destacándose, a los 15 días el tratamiento testigo, que alcanzó el pico más alto de germinación, con el 43 %. Además, los tratamientos T2 (S0 E2), T5 (S1 E2) y T8 (S2 E2), no presentaron germinación, durante los 60 días de evaluación (Figura 27). La germinación entre los tratamientos no fue estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ; F: 0,468).



Figura 25. Proceso de germinación de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

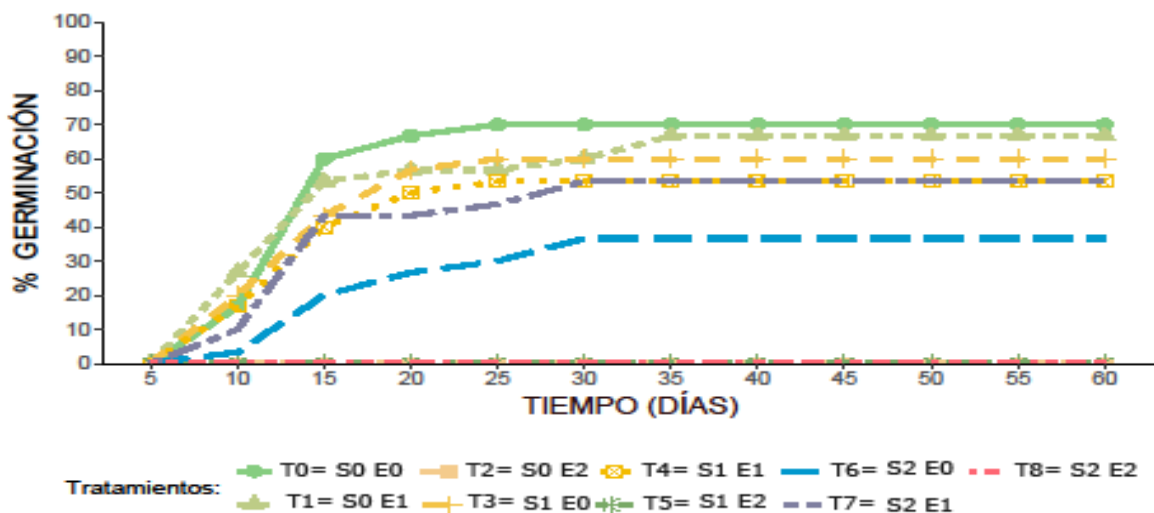


Figura 26. Curva de germinación acumulativa de teca (*Tectona grandis* L.), a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.



Figura 27. Tratamientos que no presentaron germinación, durante los 60 días de evaluación, a nivel de vivero: A) tratamientos T2 (S0 E2), T5 (S1 E2) y T8 (S2 E2), B) estado de las semillas que no germinaron.

### 6.1.2. Porcentaje de germinación

A los 60 días de evaluación, la germinación promedio de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero fue del 38 %. Como se muestran en las Figuras 28 y 29, el tratamiento T0 que estuvo compuesto por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), presentó el mayor porcentaje de germinación, con el 70 %, seguido del T1 cuyas semillas fueron sumergidas en agua corriente por 24 horas y donde se utilizó el sustrato, tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, con el 67 %; mientras tanto, los tratamientos T2 (S0 E2), T5 (S1 E2) y T8 (S2 E2), los cuales tuvieron en común el método de escarificación: semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos, no presentaron germinación. El análisis estadístico realizado, determinó que no existió diferencia significativa entre los tratamientos ( $p > 0,05$ ; F: 0,412).

Es importante recalcar que en la práctica cada fruto de teca (*Tectona grandis* L.), se considera una semilla. En este contexto, del promedio de semillas germinadas (38 %), el 34 % obtuvo una plántula por semilla en todos los tratamientos, el 3,8 % obtuvo dos plántulas por semilla en los tratamientos T0, T1, T3, T4, T7; y el 0,8 % obtuvo tres plántulas por semilla en los tratamientos T3, T4, dando un total de 116 plántulas.



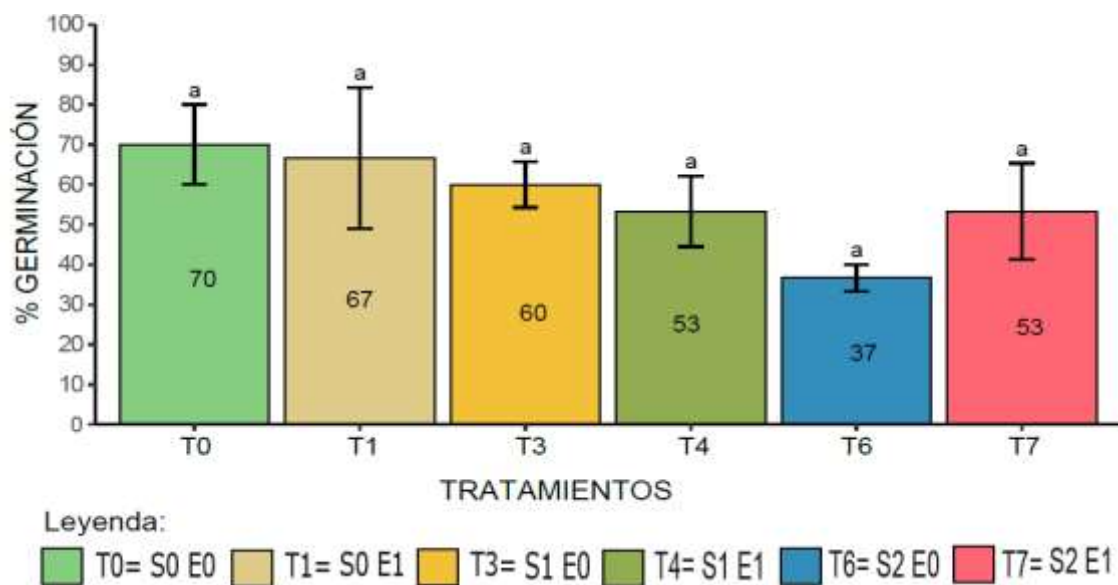


Figura 28. Porcentaje de germinación de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.



Figura 29. Germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), por tratamiento a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.

### 6.1.3. Altura de las plántulas

A los 60 días de evaluación la altura de las plántulas de teca (*Tectona grandis* L.), osciló en un rango mínimo de 1,5 cm, a un máximo 7 cm. Como se puede ver en la Figura 30, el tratamiento T1 cuyas semillas fueron sumergidas en agua corriente por 24 horas y donde se utilizó el sustrato tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), obtuvo la mayor altura promedio de las plántulas, con 3,2 cm, seguido del tratamiento T0 que estuvo compuesto por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, con un promedio de 3,1 cm; mientras tanto, el tratamiento T6 que estuvo compuesto por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1, alcanzó la menor altura promedio de las plántulas con 1,2 cm, cuya variación fue estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ; F: 0,013).

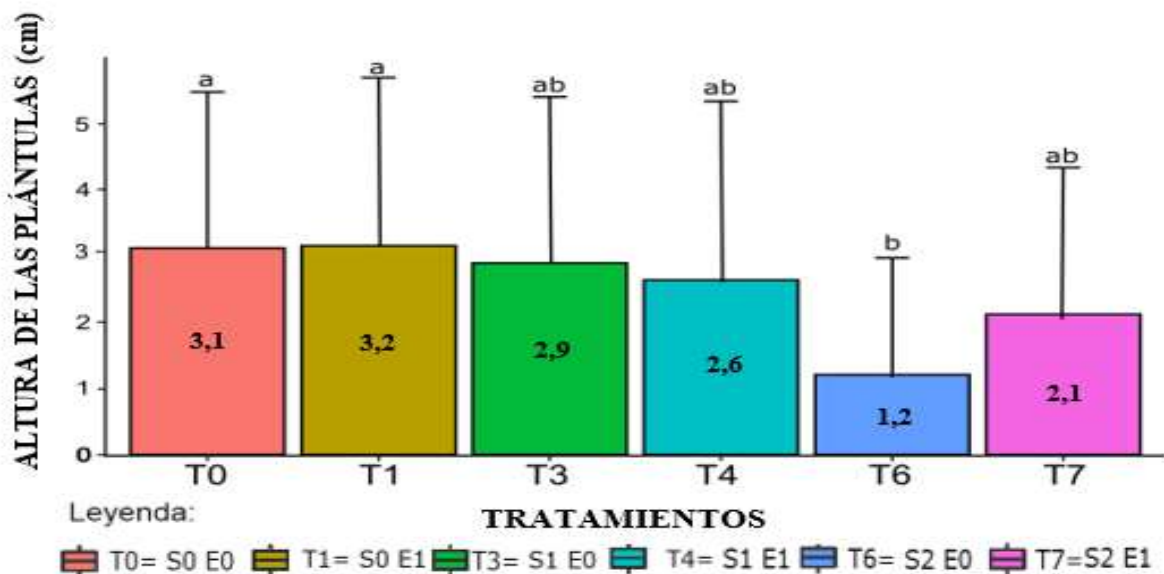


Figura 30. Altura promedio de las plántulas de teca (*Tectona grandis* L.) a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.

### 6.1.4. Número de hojas por plántula

A los 60 días de evaluación, las plántulas de teca (*Tectona grandis* L.) presentaron hojas grandes y estado sanitario excelente, el número de hojas por plántula osciló en un rango de cuatro a 10 hojas. Del 38 % de germinación promedio, se registró el 0,4 % de las plántulas con cuatro hojas; el 11,9 % con seis hojas; el 23,5 % con ocho hojas; y, el 2,2 % con 10 hojas.



Como se muestra en la Figura 31, el tratamiento T0 que estuvo compuesto por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), y el tratamiento T1 cuyas semillas fueron sumergidas en agua corriente por 24 horas y donde se utilizó el sustrato tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, fueron los mejores tratamientos en los que se observó el mayor número promedio de hojas por plántula, con cinco hojas; mientras tanto, el tratamiento T6 que estuvo compuesto por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1, obtuvo el menor número promedio de hojas por plántula con dos hojas, lo cual resulto estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ; F: 0,041).

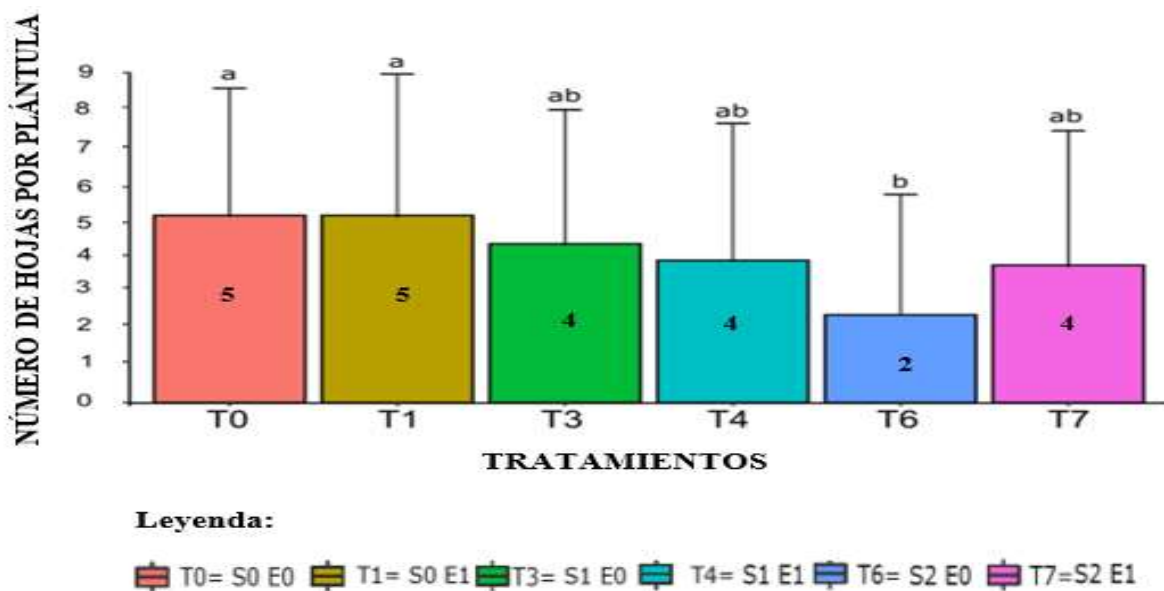


Figura 31. Número promedio de hojas por plántula de teca (*Tectona grandis* L.), a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.

## 6.2. Multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), probando dos concentraciones de un enraizador comercial, más un testigo y tres tipos de sustratos

### 6.2.1. Número de días a la formación de brotes

Como se puede ver en las Figuras 32 y 33, la presencia de brotes en las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), se evidenció a los 15 días después de haber establecido el ensayo, en los tratamientos T1 (S0 RF1), T2 (S0 RF2), T4 (S1 RF1), T5 (S1 RF2), T6 (S2 RF0) Y T7 (S2 RF1).

En el día 30 se registró el pico más alto de la presencia de brotes en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), en el tratamiento T2, que estuvo conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), con el 37 %, seguido del T1 que estuvo compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, con el 23 %, sin embargo la variación no fue estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ; F: 0,176).

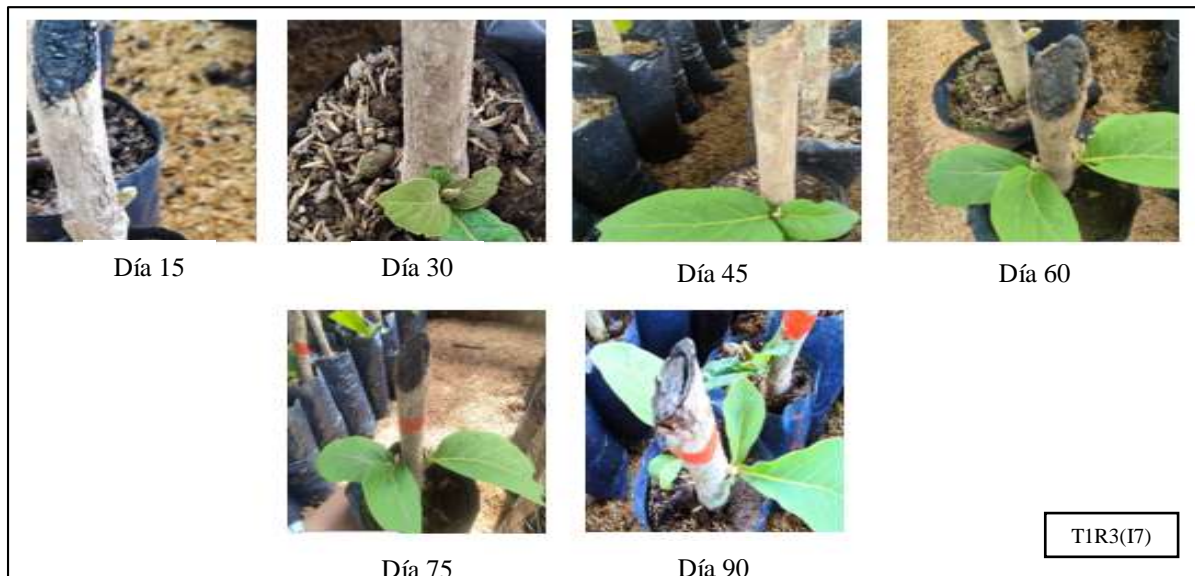


Figura 32. Número de días a la formación de brotes en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

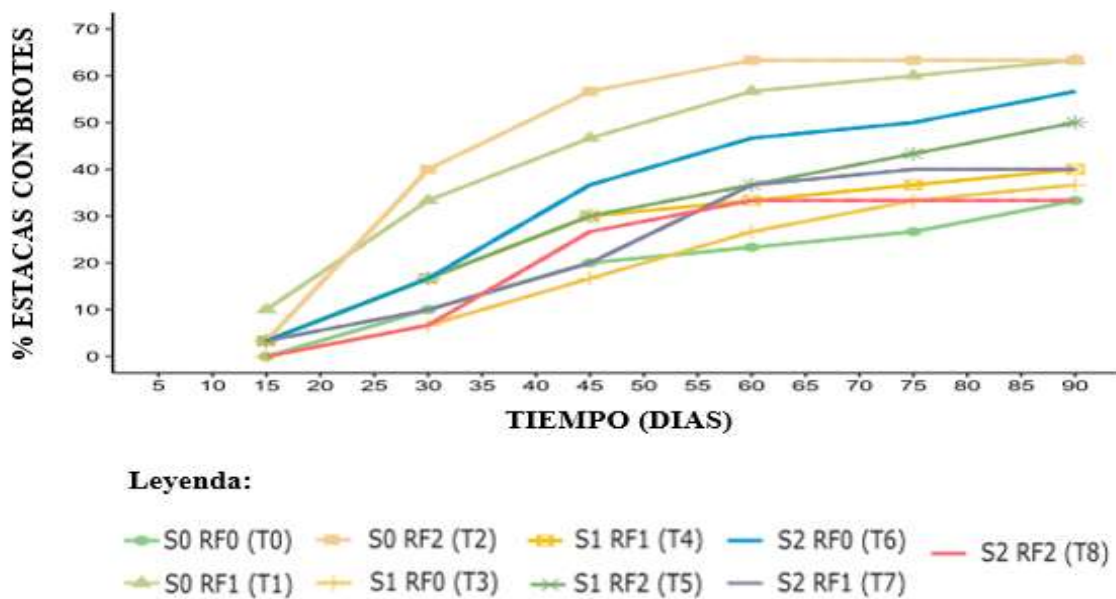


Figura 33. Curva acumulativa de la formación de brotes en las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.

### 6.2.2. Porcentaje de estacas con brotes

Del total de unidades experimentales utilizadas (270 estacas) en la multiplicación asexual de teca (*Tectona grandis* L), a los 90 días de evaluación se registró un promedio del 46 % de estacas con brotes, 31 % de estacas muertas y 23 % de estacas vivas sin brotes. Como se puede ver en las Figura 34 y 35, el tratamiento T1 que estuvo compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), y el T2 que estuvo conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, presentaron el mayor porcentaje de estacas con brotes, con el 63 %; mientras que, el tratamiento T0 que estuvo compuesto por estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles y el T8 que estuvo conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1, presentaron el menor porcentaje de estacas con brotes, con el 33 %.

El tratamiento T4 compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra + arena + cáscara de arroz, en proporción 3:1:2, presentó el mayor porcentaje de estacas muertas, con el 40 %; mientras tanto, los tratamientos T1 (S0 RF1), T6 (S2 RF0), T7 (S2 RF1) y T8 (S2 RF2) presentaron el menor porcentaje de estacas muertas, con el 27 %, lo cual no fue estadísticamente significativo ( $p>0,05$ ; F: 0,463).

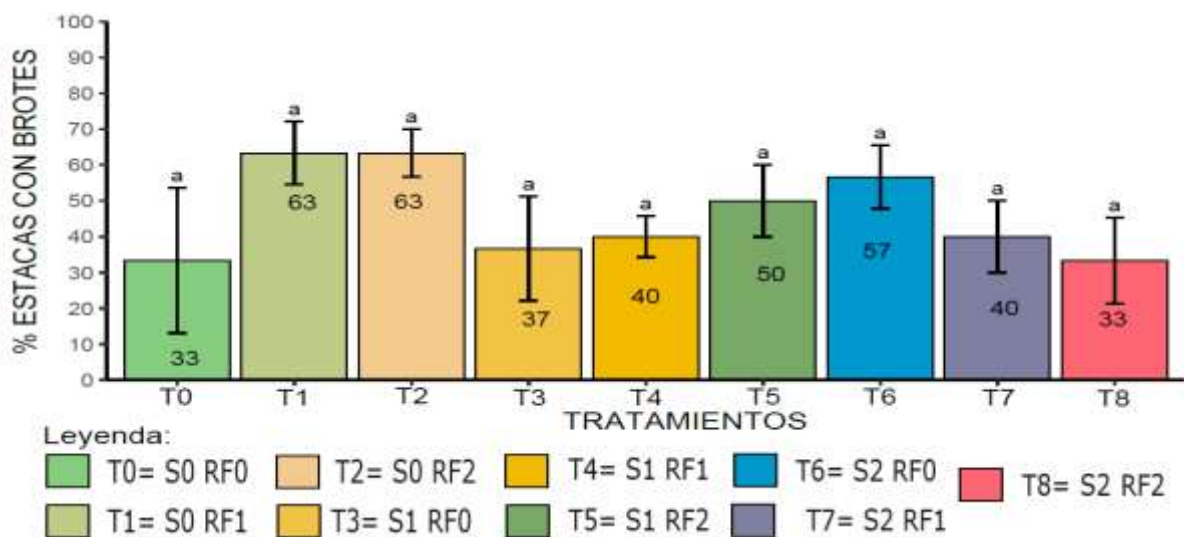


Figura 34. Porcentaje de estacas con brotes, de teca (*Tectona grandis* L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.



Figura 35. Estacas con formación de brotes de teca (*Tectona grandis* L.), por tratamiento, a nivel de vivero.

### 6.2.3. Número de brotes por estaca

A los 90 días de evaluación, el número de brotes por estaca de teca (*Tectona grandis* L.), osciló en un rango mínimo de un brote, a un máximo de tres brotes, del 46 % correspondiente al promedio de estacas con presencia de brotes, se registró el 37 % de estacas con un brote; el 8,9 % con dos brotes; y, el 0,4 % con tres brotes, dando un total de 151 brotes.

Como se puede ver en la Figura 36, el tratamiento T2 que estuvo conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), obtuvo el mayor número promedio con 0,8 brotes por estaca, seguido del T1 que estuvo compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, con un promedio de 0,7 brotes; mientras tanto, el T0 que estuvo compuesto por estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, y el T7 que estuvo compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra + arena+ cáscara de arroz en una proporción 1:1:1, presentaron el menor número promedio, con 0,4 brotes por estaca, lo cual no resultó estadísticamente significativo ( $p > 0,05$ ; F: 0,166).

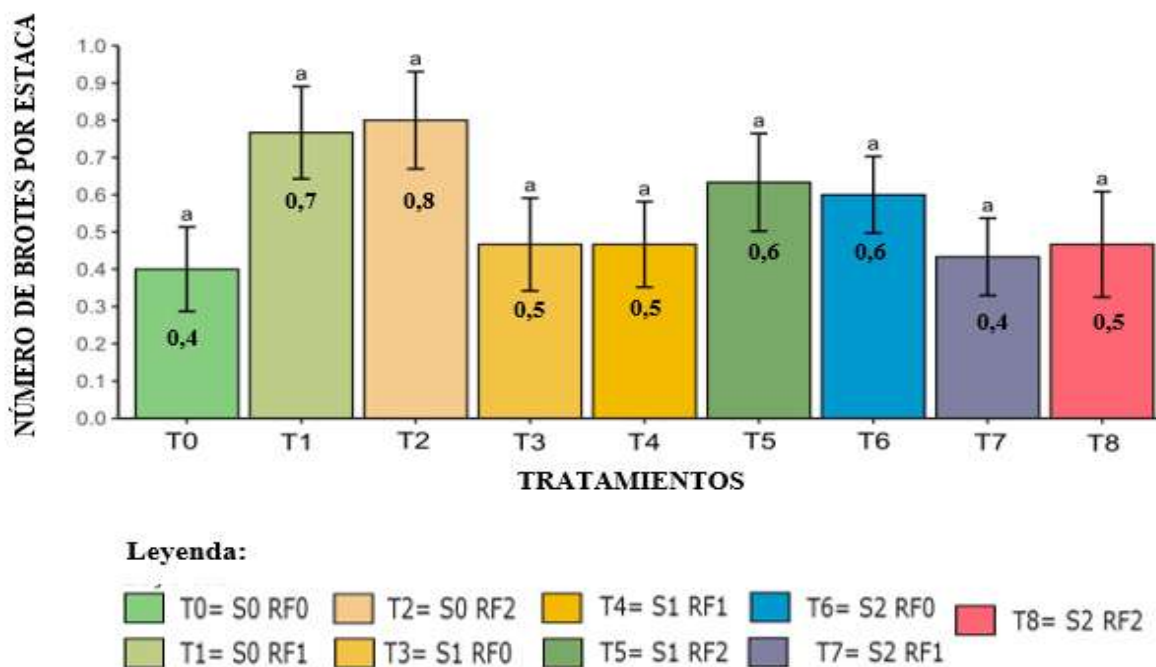


Figura 36. Número de brotes por estaca de teca (*Tectona grandis* L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.

#### 6.2.4. Longitud de los brotes

A los 90 días de evaluación la longitud total de los brotes de las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), osciló en un rango mínimo de 0,2 cm, a un máximo de 14,2 cm. Como se puede ver en la Figura 37, el tratamiento T2 que estuvo conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), presentó la mayor longitud promedio de los brotes, con 5,6 cm, seguido del T1 que estuvo compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, con 5,2 cm; mientras tanto, el T0 que estuvo compuesto por estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, y el T3 que estuvo compuesto por estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota y tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 3:1:2, presentaron la menor longitud promedio de los brotes, con 2,3 cm. La variación de la longitud de los brotes entre los tratamientos fue estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ; F: 0,044).



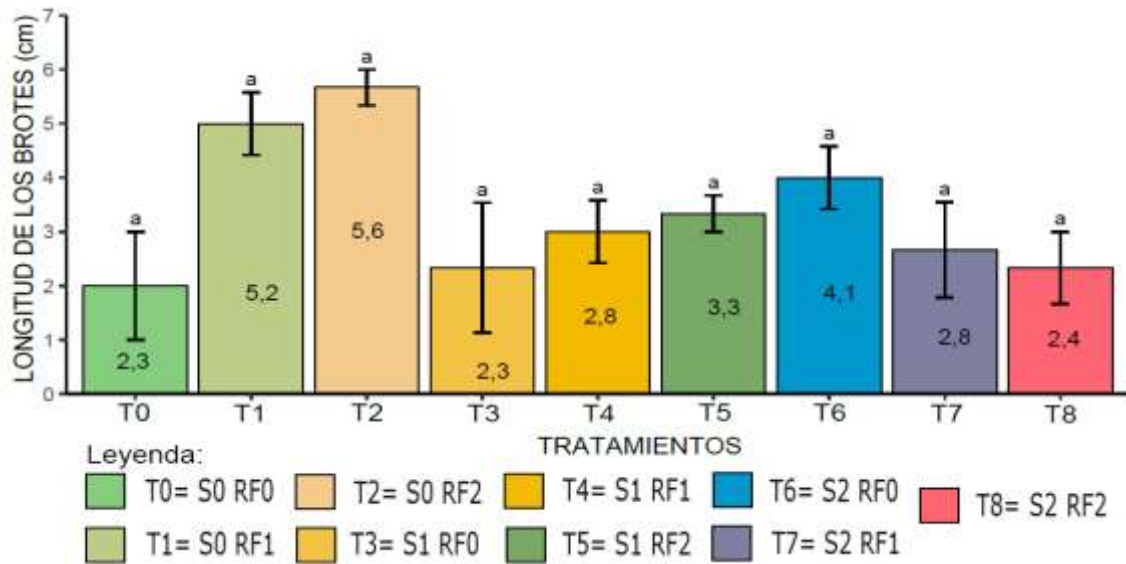


Figura 37. Longitud promedio de los brotes de teca (*Tectona grandis* L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.

#### 6.2.5. Porcentaje de enraizamiento

Como se muestra en la Figura 38, el tratamiento T1 en el que se sumergió las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y donde se utilizó el sustrato tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), fue el único tratamiento en el que se evidenció la formación de raíces, a los 60 días alcanzando el 11% y a los 90 días el 17 %, dando un total acumulado de 28 % de estacas con formación de raíces, razón por la cual, al no contar con datos de los demás tratamientos, no hubo la posibilidad de realizar el análisis estadístico de los datos.

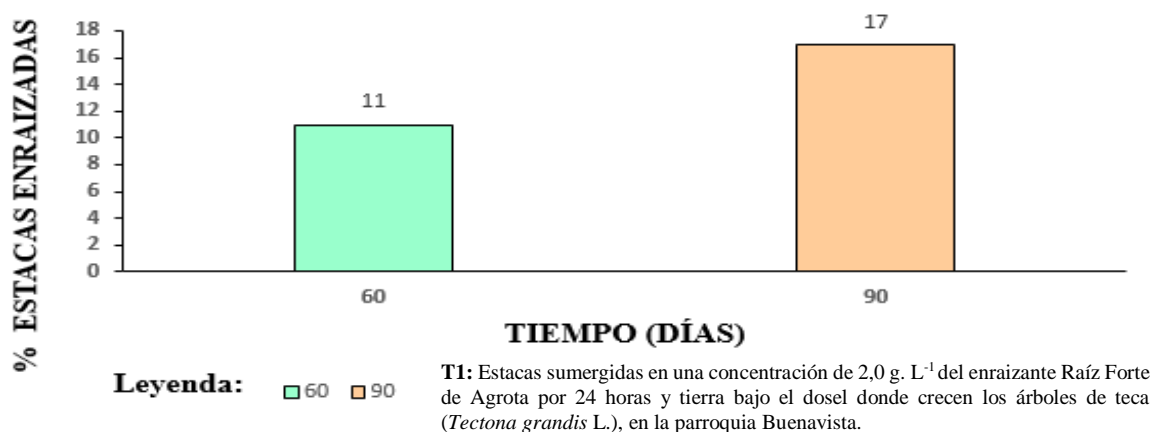


Figura 38. Porcentaje de estacas con formación de brotes, a los 60 y 90 días de evaluación, a nivel de vivero.

### 6.2.6. Porcentaje de estacas con formación de callos

Como se puede ver en la Figura 39, en todos los tratamientos se evidenció la presencia de formación de callos en las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), el tratamiento T6 compuesto por estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota y tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1, alcanzó el mayor porcentaje de estacas con formación de callos, con el 100 %, seguido del T7 compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1, con el 89 %; mientras que, el T5 conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 3:1:2, fue el tratamiento en el que se observó el menor porcentaje de estacas con formación de callos, con el 56 %.

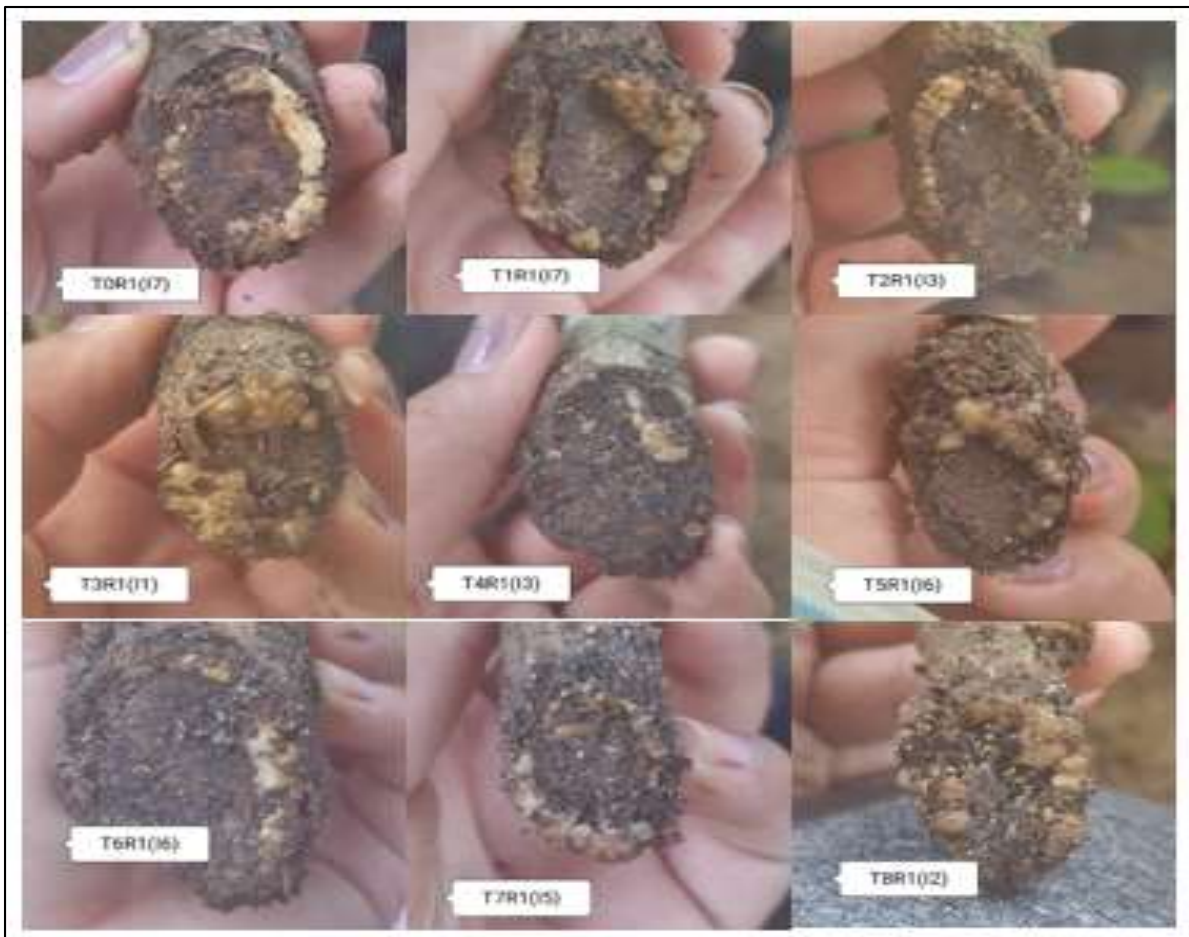


Figura 39. Formación de callos en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.

### 6.2.7. Número de raíces por estaca

Como se puede ver en la Figura 40, el tratamiento T1 en el que se sumergió las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y donde se utilizó el sustrato tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), fue el único tratamiento en el que se evidenció la formación de raíces en las estacas, el número de raíces por estaca en dicho tratamiento osciló en un rango mínimo de una raíz, a un máximo de dos raíces. Del 11 % de estacas enraizadas a los 60 días de evaluación, el 5,5 % de estacas presentaron una raíz por estaca y el 5,5 % restante presentó dos raíces por estaca, del 17 % de estacas enraizadas a los 90 días de evaluación, el 17 % de estacas presentaron tan solo una raíz por estaca, por ello al no contar con datos de los demás tratamientos, no fue posible realizar el análisis estadístico de los datos.

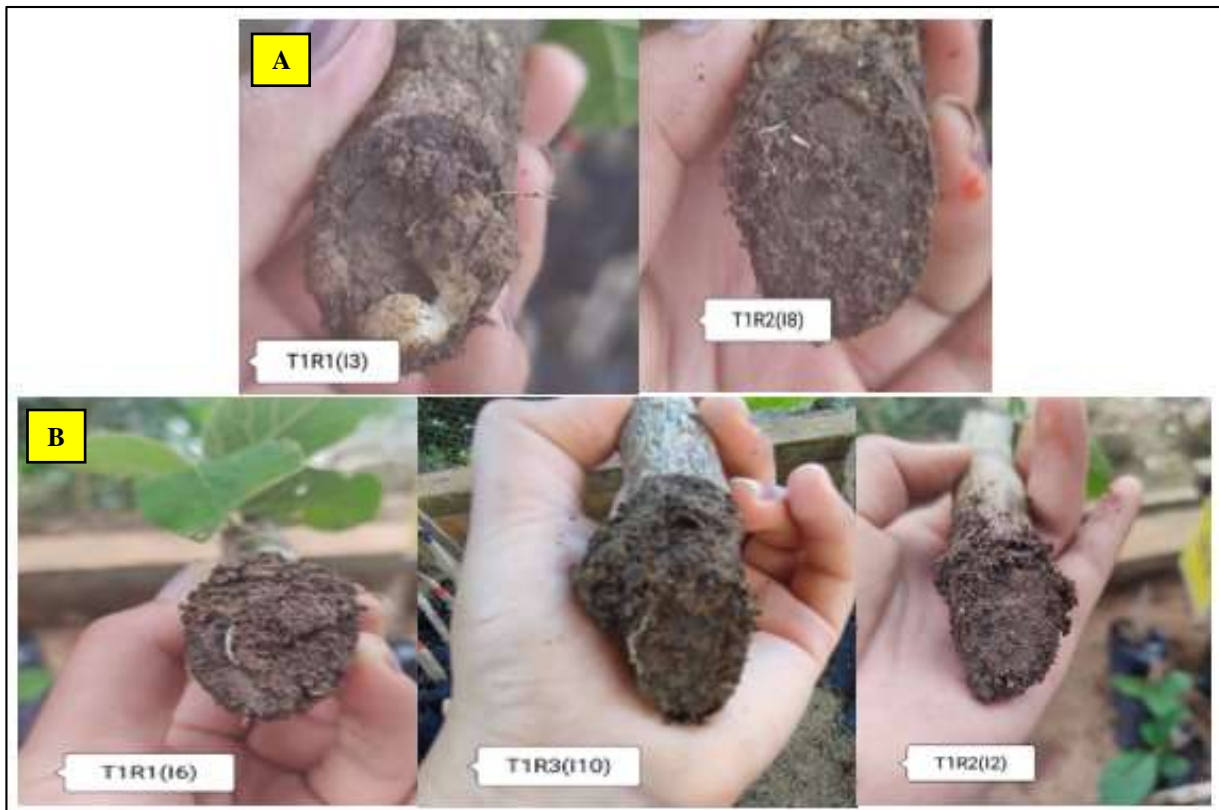


Figura 40. Número de raíces por estaca de teca (*Tectona grandis* L.), en el vivero. A) A los 60 días de evaluación, B) A los 90 días de evaluación.



### 6.2.8. Longitud de raíces de las estacas

En la Tabla 9 se detalla la longitud de las raíces de las estacas enraizadas, en donde la longitud de las raíces de las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), correspondientes al tratamiento T1 (S0 RF1), osciló en un rango mínimo de 0,4 cm, a un máximo de 2 cm y un promedio de 0,2 cm; al igual que, en la variable del porcentaje de enraizamiento y el número de raíces por estaca, por no contar con datos de los demás tratamientos, no fue posible realizar el análisis estadístico.

Tabla 9. Longitud de las raíces de las estacas de teca (*Tectona grandis* L.) enraizadas, extraídas a los 60 días de evaluación y a los 90 días de evaluación.

Tratamiento	Repetición	Estaca	Longitud (cm) de las raíces a los 60 días	Longitud (cm) de las raíces a los 90 días
T1	R1	3	1,5	-
T1	R2	8	0,7	-
T1	R1	6	-	0,9
T1	R2	2	-	0,4
T1	R3	10	-	2,0

### 6.3. Difusión de los resultados a los actores sociales interesados

Para la difusión de los resultados de la presente investigación y dada la gran importancia que presenta la generación de información sobre la propagación sexual y asexual de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja, se elaboró y publicó el documento del Trabajo de Integración Curricular, se realizó la socialización de los resultados al Equipo Técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, de la Universidad Nacional de Loja (Figura 41).

Se elaboró un tríptico divulgativo, adicionalmente, se realizó un poster, con el fin de dar a conocer los resultados de la presente investigación a los actores sociales interesados para su conocimiento y aplicación (Anexo 10 y 11).

Finalmente, se elaboró un folleto técnico y un artículo científico del Trabajo de Integración Curricular, con el objetivo de difundir los resultados que se obtuvieron y con ello aportar, fortalecer y enriquecer los conocimientos técnicos científicos referidos a la propagación de teca (*Tectona grandis* L.) (Anexo 12).



Figura 41. Socialización de los resultados al Equipo Técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, de la Universidad Nacional de Loja.

## 7. Discusión

### 7.1. Evaluación de la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), probando dos métodos de escarificación, más un testigo y tres tipos de sustratos

#### 7.1.1. Número de días a la germinación

Herrera (2018), menciona que cada fruto de teca (*Tectona grandis* L.), en la práctica se considera una semilla. Según Monge (2011), las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), por ser ricas en nutrientes son fácilmente atacadas por hongos, que pueden estar presentes en la superficie de la semilla o en el ambiente, es por ello, que, en la presente investigación, en el primer objetivo sobre la propagación sexual de teca (*Tectona grandis* L.), se utilizó los frutos certificados.

En este contexto, las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), germinaron a partir del día 10 y se estabilizaron en el día 35, en los tratamientos T0, T1, T3, T4, T6 y T7, resultados que coinciden con lo mencionado por Chaves y Fonseca (1991), los cuales señalan que la germinación es epigea y frecuentemente empieza de 10 a 12 días después de la siembra; así también, Herrera (2018) indica que la germinación de semillas de teca inicia después de los 10 días. Según Marrero (1949) en Puerto Rico, las semillas comenzaron a germinar tres semanas después de plantadas; además, Gupta y Pattanath (1975) reportan en su investigación la germinación de las semillas frescas empezó de los 26 a los 31 días, mientras que las semillas de un año de edad, germinaron entre 10 a 14 días, ante esto es importante hacer énfasis, en que las semillas utilizadas en la presente investigación, no fueron semillas frescas recolectadas en el área de estudio, sino, fueron semillas certificadas, procedentes de Costa Rica.

#### 7.1.2. Porcentaje de germinación

En lo relacionado con la variable porcentaje de germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), el T0 conformado por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), presentó el 70 % de germinación, seguido del T1 en el cual las semillas se sumergieron en agua corriente por 24 horas y donde se utilizó el sustrato, tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, con el 67 % a los 60 días de evaluación. El análisis estadístico realizado determinó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Chaves y Fonseca (1991), mencionan que los porcentajes de germinación varían considerablemente, con valores reportados de entre el 10 % y 80 %; así también, Herrera (2018), indica que la semilla de teca previamente tratada puede presentar una tasa de germinación de hasta 80 % y usualmente es mejor en semillas de un año que en semilla fresca. Según un estudio realizado por Hine et al. (2013), mencionan que obtuvieron el 84 % de germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), al utilizar semillas aisladas del endocarpo y el 70 % al utilizar semillas rodeadas por el endocarpo, todos estos resultados son similares a los obtenidos en la presente investigación donde se alcanzó el 70 % de germinación; esto se corrobora con la ficha técnica entregada al momento de receptor las semillas certificadas, (Anexo 5), denominado: Información de la fuente semillera y calidad física de la teca (*Tectona grandis*. L), en el que mencionan que el porcentaje de germinación de dichas semillas es del 72 %.

En los tratamientos T2, T5 y T8, en los cuales se aplicó en común el método de escarificación semillas sumergidas en agua caliente durante cinco minutos, las semillas no germinaron, se evidenció pudrición y presencia de hongos, resultados que se corroboran con lo que menciona Muttiah (1975), el cual indica que las temperaturas altas, ya sea en procesos para chamuscar o en baños en agua a 85 °C, reducen la germinación de las semillas de teca.

### **7.1.3. Altura de las plántulas**

En cuanto a la variable altura de las plántulas de teca (*Tectona grandis* L.), el tratamiento T1 que estuvo compuesto por semillas en agua corriente por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), obtuvo la mayor altura promedio de las plántulas, con 3,2 cm, seguido del tratamiento T0 compuesto por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, con un promedio de 3,1 cm de altura de las plántulas, a los 60 días de evaluación. El análisis estadístico realizado demostró que si existió diferencia significativa entre los tratamientos. Estos resultados son similares a los obtenidos por Quenayata (2008), el cual en su investigación concluyó que el vigor de las plántulas fue influenciado por los tratamientos pregerminativos casi de forma similar, hallándose los mejores resultados para el tratamiento T3: Exposición de frutos-semillas al sol y remojados con agua, con un valor de 5,5 cm de altura de las plántulas a los 73 días de evaluación.

#### **7.1.4. Número de hojas por plántula**

En lo relacionado con la variable número de hojas por plántula de teca (*Tectona grandis* L.), el T0 compuesto por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), y el T1 compuesto por semillas en agua corriente por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, fueron los mejores tratamientos en los que se observó el mayor número promedio de hojas por plántula, con cinco hojas, a los 60 días de evaluación. El análisis estadístico realizado demostró que si existió diferencia significativa entre los tratamientos. Estos resultados son similares a los obtenidos por Quenayata (2008), el cual menciona que en su investigación obtuvo el mayor promedio de hojas en las plántulas teca (*Tectona grandis*, L), con un valor de siete hojas, en el T3: Exposición de frutos-semillas al sol y remojados con agua, a los 83 días.

### **7.2. Multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), probando diferentes concentraciones de un enraizador comercial, más un testigo y tres tipos de sustratos**

#### **7.2.1. Número de días a la formación de brotes**

Sisáro y Hagiwara (2016) mencionan que la propagación vegetativa o asexual por medio de enraizamiento de estacas, es el principal método de propagación de importantes especies vegetales, esto se debe a que es un método sencillo, que permite multiplicar y obtener en un tiempo relativamente corto, plantas homogéneas y de buena calidad comercial; sin embargo, Sánchez et al. (2004) indican que no todas las plantas leñosas permiten esta práctica, ni todas las especies presentan la misma facilidad de enraizamiento; además, mencionan que es necesario que las estacas contengan cantidades suficientes de sustancias de reserva hasta su completo enraizamiento; entre tanto, algunas especies sobre todo de hojas perennes, requieren mantener sus hojas, sin las cuales sería imposible lograr su enraizamiento.

En este contexto, la formación de brotes en las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), se evidenció a partir de los 15 días después de haber establecido el ensayo, en los tratamientos T1, T2, T4, T5, T6 Y T7, los resultados obtenidos en la presente investigación, se corroboran con lo mencionado por Meza et al. (2015), los cuales indican que las estacas de teca iniciaron la formación de brotes a los 15 días, después de haber sido plantadas en el sustrato.

### **7.2.2. Porcentaje de estacas con brotes**

En lo relacionado a la variable porcentaje de estacas con brotes, de teca (*Tectona grandis* L.), el tratamiento T1 compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), y el T2 compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, presentaron el mayor porcentaje de estacas con brotes con el, 63 % a los 90 días de evaluación. El análisis estadístico realizado demostró que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, concuerdan con los obtenidos por Mendez (2016), la cual indica que el mayor porcentaje de estacas con formación de brotes (50 %) lo obtuvo en el T3, tratamiento en el que utilizó 35 ml de fitohormona trihormonal. Los resultados tienen una gran similitud debido a que el mayor porcentaje en las dos investigaciones, se obtuvo en los tratamientos en los que se aplicó la concentración más baja de los productos utilizados.

### **7.2.3. Número de brotes por estaca**

En cuanto a la variable número de brotes por estaca de teca (*Tectona grandis*.), el tratamiento T1 que estuvo compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, teca (*Tectona grandis* L.), y el T2 que estuvo conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, obtuvieron el mayor número promedio con 0,8 brotes por estaca, a los 90 días de evaluación. El análisis estadístico realizado demostró que no existió diferencia significativa entre los tratamientos. Los resultados obtenidos son inferiores a los obtenidos por Mendez (2016), quien menciona que, a los siete meses el mayor número promedio de brotes por estaca fue de 75,25 brotes, dicho resultado lo obtuvo en el T3, en el que utilizó 35 ml de fitohormona trihormonal.

#### **7.2.4. Longitud de los brotes**

En lo relacionado con la variable longitud de los brotes, a los 90 días de evaluación, la longitud de los brotes de las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), alcanzaron un rango de 0,2 cm, a 14,2 cm, el tratamiento T2 que estuvo compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), presentó la mayor longitud promedio de los brotes con 5,6 cm, seguido del T1 compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, con 5,2 cm, a los 90 días de evaluación. El análisis estadístico realizado demostró que si existió diferencia significativa entre los tratamientos. Estos resultados obtenidos son similares a los alcanzados por Meza et al. (2015), los cuales indican que después de 45 días de plantadas las estacas en el sustrato, los brotes alcanzaron de 2 a 5 cm de longitud.

#### **7.2.5. Porcentaje de enraizamiento**

En cuanto a la variable porcentaje de enraizamiento, el tratamiento T1 en el que se sumergió las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y donde se utilizó el sustrato tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), fue el único tratamiento en el que se evidenció la formación de raíces, a los 60 días alcanzando el 11 % y a los 90 días el 17 %, dando un total acumulado de 28 % de estacas con formación de raíces.

Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Muñoz et al. (2009), los cuales reportan un porcentaje de enraizamiento del 74 al 100 % en estacas de *Tectona grandis* L. f. “teca”, provenientes de plantas madre cuya edad fue de 12 y 63 años, dicho material fue tratado con AIB; así también, Monteuuis y Maitre (2006) indican que las técnicas de vivero desarrolladas inicialmente en Sabah (Malasia) consistieron en la propagación en serie de árboles de teca seleccionados de cualquier edad mediante estacas enraizadas bajo un sistema apropiado de nebulización, se obtuvieron tasas de enraizamiento promedio del 70–80 %, con varios miles de estacas recogidas de genotipos maduros de teca manejados intensa y correctamente en contenedores, en promedio, se produjeron 40 estacas enraizadas anuales por planta, representando 600 estacas enraizadas por metro cuadrado.

### **7.2.6. Porcentaje de estacas con formación de callos**

En general en todos los tratamientos se evidenció la presencia de formación de callos en las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), el tratamiento T6 compuesto por estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota y tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1, alcanzó el mayor porcentaje de estacas con formación de callos, con el 100 %, seguido del T7 compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1, con el 89 %. Los resultados obtenidos son similares a los alcanzados por Mendez (2016), quien menciona en todos los tratamientos establecidos y en los que aplico fitohormona trihormonal, las estacas formaron callos, alcanzando el mayor porcentaje de formación de callos en el tratamiento T3 (35 ml de trihormonal), con el 82,75 %.

Por otro lado, tomando en consideración que las estacas enraizadas del T1 también formaron callos, se corrobora lo señalado por Mendez (2016), quien en su investigación indica, que el 100 % de las estacas que formaron callos desarrollaron raíces a partir de estos; por otra parte, Sisáro y Hagiwara (2016) mencionan que la presencia de callo no siempre es indicio de la pronta aparición de nuevas raíces, pero tampoco afirman que no se desarrollen a partir de estos.

### **7.2.7. Número de raíces por estaca**

En cuanto a la variable número de raíces por estaca, el tratamiento T1 en el que se sumergió las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y donde se utilizó el sustrato tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), fue el único tratamiento en el que se evidenció la formación de raíces en las estacas, el número de raíces por estaca en dicho tratamiento osciló en un rango mínimo de una raíz, a un máximo de dos raíces. Del 11 % de estacas enraizadas a los 60 días de evaluación, el 5,5 % de estacas presentaron una raíz por estaca y el 5,5 % restante presentó dos raíces por estaca, del 17 % de estacas enraizadas a los 90 días de evaluación, el 17 % de estacas presentaron una sola raíz por estaca. Los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Meza et al. (2015), los cuales mencionan que, a los 40 días, a través del análisis de varianza se mostró diferencias significativas para la variable número de raíces (NR), la prueba de Tukey indicó que el tratamiento T7 (5 000 mg L<sup>-1</sup> AIB ácido indolbutírico:4 000 mg L<sup>-1</sup> PVP polivinilpirrolidona) produjo un mayor número de raíces.



Así también, Lahiri (1974) indicó que, al utilizar unos vástagos terminales vigorosos, de 30 cm de largo y 4 cm de diámetro, seleccionados de árboles de teca de 15 años de edad en la India para servir como estacas, de los 100 a los 180 días, el 20 % rebrotó; además, todos los brotes fueron vigorosos y tuvieron entre 20 y 26 raíces por estaca.

#### **7.2.8. Longitud de las raíces**

La longitud de las raíces de las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), correspondientes al tratamiento T1 (S0 RF1), osciló en un rango mínimo de 0,4 cm, a un máximo de 2 cm y un promedio de 0,2 cm a los 90 días de evaluación. Los resultados obtenidos son inferiores a los señalados por Mendez (2016) quien menciona, que a los siete meses el promedio de la longitud de las raíces en las estacas de teca fue de 2,24 cm.

Bhatnagar y Joshi (1972) indican que la aplicación de auxinas (ácidos indol-butírico, indol-acético e indol-propiónico) a las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), en la India mostró efectividad en estimular la formación de raíces; además, Mendez (2016) indica que la auxina a bajas concentraciones causa efecto sobre el desarrollo de raíces, criterios corroborados con los resultados obtenidos en la presente investigación, pues en el tratamiento T1, en el que se aplicó la concentración más baja (2,0 g. L<sup>-1</sup>) del enraizador comercial Raíz Forte de Agrota, se obtuvo resultados sobre el enraizamiento, no se obtuvieron los mejores resultados, pero si se evidenció el efecto del enraizador comercial utilizado.

Por lo tanto, en el presente trabajo de investigación, se considera que los bajos porcentajes de enraizamiento, se deben al escaso efecto del enraizador comercial utilizado, a las condiciones climáticas imperantes en el vivero; y, a que las estacas necesitan un mayor espacio de tiempo de evaluación, para continuar con dicho proceso, pues evidentemente en los estudios mencionados anteriormente, la respuesta de las estacas al enraizamiento varió significativamente con la hormona utilizada, el mayor tiempo de evaluación y las condiciones ambientales del medio; además, para lograr un adecuado enraizamiento de las estacas, es necesario contar con un invernadero que garantice, condiciones estables de los factores ambientales, básicamente relacionados con el control de la temperatura y la humedad relativa (Badilla y Murillo, 2005).

## 8. Conclusiones

- Los métodos de escarificación y tipos de sustratos, no influyeron de manera significativa en la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero; sin embargo, en el tratamiento testigo, en el que no se utilizó ningún método de escarificación y donde se utilizó el sustrato de tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista, presentó el mayor resultado de germinación, con el 70 %.
- Durante la evaluación de la germinación de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), se evidenció que los tratamientos en los cuales se utilizó el método de escarificación, semillas sumergidas en agua caliente durante cinco minutos, no presentaron una germinación significativa.
- El enraizador comercial Raíz Forte de Agrota, en diferentes concentraciones y los tipos de sustratos, no influyeron de manera significativa en la inducción de brotes en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero. La aplicación de las concentraciones de 2,0 g. L<sup>-1</sup> y 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y la utilización del sustrato tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista, correspondientes a los tratamientos T2 y T3, respectivamente, resultaron ser las más efectivas en cuanto a la formación de brotes, por lo que alcanzaron los valores más altos en el porcentaje de brotación, con el 63 %.
- El enraizador comercial Raíz Forte de Agrota, en diferentes concentraciones y los tipos de sustratos, no influyeron de manera significativa en la inducción de raíces en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero. La aplicación de la concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista, correspondiente al tratamiento T1, resultó ser la más efectiva en cuanto a la inducción de raíces, por lo que se alcanzó el porcentaje más alto de enraizamiento, con el 28 %.

## 9. Recomendaciones

- Para la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), de acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda utilizar semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.).
- Se recomienda no utilizar el método de escarificación “semillas sumergidas en agua caliente durante 5 minutos”, en base a las condiciones y metodología aplicada, debido a que no se registró germinación alguna.
- Con respecto a la formación de brotes en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), se recomienda probar diferentes concentraciones del enraizador comercial Raíz Forte de Agrota, tomando como referencia la concentración más baja 2,0 g. L<sup>-1</sup>, por cuanto en esta concentración se obtuvo los mayores resultados de las variables de los brotes.
- En cuanto a la formación de raíces en las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), se recomienda que la evaluación sea mayor a los 90 días, con la finalidad de registrar el mayor efecto del enraizador y sustratos ensayados.
- Para el enraizamiento de estacas de teca (*Tectona grandis* L.), se recomienda probar diferentes concentraciones del enraizador comercial Raíz Forte de Agrota, tomando como referencia la concentración más baja 2,0 g. L<sup>-1</sup>, por cuanto en esta concentración se obtuvo el mayor porcentaje de enraizamiento, con un 28 %; y, a su vez se recomienda probar otro tipo de enraizantes que tengan en su composición la presencia de auxinas.
- Para propagar sexual o asexualmente teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero, se recomienda en época de invierno utilizar una cubierta resistente, para evitar la pudrición del material vegetal, por el exceso de humedad; y, para mantener condiciones ambientales estables.

## 10. Bibliografía

- Agrota. (2019). Línea de agroquímicos. Raíz Forte de Agrota. <http://agrota.com.ec/wp-content/uploads/2019/02/Catalogo-Nutricionales.pdf>.
- Alcántara, J., Acero, J., Alcántara, J. y Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *NOVA*, 17(32), 109-129. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
- Arrieta, B., Ramírez, L. y Navarrete, A. (2017). *Manual de prácticas de la unidad de aprendizaje propagación de plantas*. (1era Ed.). Ecorfan. <https://www.ecorfan.org/textbooks/P-Manual/PM%20TI/PM%20TI.pdf>
- Arroyo, A., Sánchez, M., Ponce, B., Álvarez, E. y Gutiérrez, C. (2014). La homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de *Arabidopsis thaliana*. *Revista de educación bioquímica*, 32(1), 13-22. <http://www.scielo.org.mx/pdf/reb/v33n1/v33n1a3.pdf>
- Badilla, Y. y Murillo, O. (2005). Enraizamiento de estacas de especies forestales. *Revista Forestal*. 2(6), 1-6.
- Bhatnagar, H. y Joshi, D. (1972). Rooting response of branch cuttings of "teak" (*Tectona grandis* L. f). En: 1<sup>st</sup> technical commission: silviculture. 3: Trends and progress in new forest management and silvicultural techniques: Proceedings of the 7th World Forestry Congress; 1972 October 4-18; Buenos Aires, Argentina. Buenos Aires: Centro Cultural General San Martín: 2045-2048.
- Burneo, J. (2006) Apoyo a planes nacionales de reforestación ambientalmente amigable. *Corporación de Manejo Forestal Sustentable*. <https://comafors.org/ecuador-forestal/pais-privilegiado>
- Camino, C. (2013). Introducción, en Camino, R., Pierre, J. (Eds.), *Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades*, Turrialba, Costa Rica (4-6). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <http://www.ibiologia.unam.mx/gela/tecalibro.pdf>

- Cárdenas, F., Ordóñez, L., Muenala, R. y Zaruma, J. (2004). Manejo de semillas forestales. En Ordoñez et al. (Eds.), *Manejo de semillas forestales nativas de la Sierra Ecuatoriana y Norte del Perú*. Quito, Ecuador. (29-42). Ecopar-Fosefor. <https://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/e606effa485c549aecce70ce68a0b148.pdf>.
- Cardozo, D. (2021). *Tectona grandis* L.F. Colombia. [https://www.academia.edu/5943523/Teca\\_FUCOL\\_Colombia](https://www.academia.edu/5943523/Teca_FUCOL_Colombia)
- Céspedes, D. (2013). *Estudio de factibilidad para el cultivo y comercialización de teca, ubicado en el cantón Vicente*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Manabí, Ecuador]. Repositorio PUCESA. <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/600/1/80162.pdf>
- Chaves, E. y Fonseca, W. (1991). *Teca, Tectona grandis L. f. Especies de árbol de uso múltiple en américa central*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4173/Teca\\_Tectona\\_grandis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4173/Teca_Tectona_grandis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Conde, M. (2016). *Propagación in vivo de Cinchona officinalis L., a partir de material vegetal sexual y asexual, con fines de conservación de la especie*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://www.google.com/search?q=corchete&oq=corchete&aqs=chrome..69i57j0i131i433i512i2j0i512i7.1889j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Criado, M., Caputo, C. y Roberts, I. (2010). Las citocininas. Nueva herramienta para mejorar la removilización de carbono y nitrógeno en trigo y la eficiencia de fertilización. *Biociencias Agrícolas y Ambientales*, 1(15), 25-26. <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/02/2010-no-15-Lascitocininas.-Nueva-herramienta-para-mejorar-la-removilizacion%CC%81n-de-carbono-y-nitro%CC%81geno-en-trigo-y-la-eficiencia-de-fertilizacion%CC%81n.pdf>
- Cuadra, C. (1992). Germinación, latencia y dormición de las semillas. *Hojas divulgadoras*, 3 (92), [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_03.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf)

- Díaz, T., González, B., Torres, E., Cruz, N. y Álava, S. (2010). Análisis de la producción de viveros y de la comercialización de plántulas en el área de influencia del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos para el establecimiento de plantaciones de Teca. *Ciencia y Tecnología*, 3(2), 13–20. <https://doi.org/10.18779/cyt.v3i2.93>
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos tropicales*, 31(1), 74-85. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf>
- Gupta, B. y Pattanath, P. (1975). Factors affecting germination behavior of teak seeds of eighteen Indian origins. *Indian Forester*. 101(10), 584-586.
- Hartmann, H. y Kester, D. (1997). *Propagación de plantas*. (2da Ed.). Editorial continental. [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/45969/mod\\_resource/content/1/Propagacion%20de%20plantas.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/45969/mod_resource/content/1/Propagacion%20de%20plantas.pdf)
- Heredia, C. (2003). *Manual para productores de teca (Tectona grandis l. f)*. Costa Rica. <https://www.fonafifo.go.cr/media/1332/manual-para-productores-de-teca.pdf>
- Herrera, C. (2018). La teca. *Forestal maderero*. <https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/teca.html>
- INAHAMI. (2015). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. <https://www.inamhi.gob.ec/>
- Hine, A., Vargas, P. y Abdelnour, A. (2013). Crioconservación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.F). *Agronomía Costarricense*, 37 (1), 51-60. <https://www.redalyc.org/pdf/436/43628796004.pdf>
- Huanca, W. (2001). *Métodos de reproducción asexual de plantas y su aplicación*. Universidad Nacional del Altiplano Puno-Perú. <https://www.monografias.com/trabajos-pdf4/propagacion-asexual-plantas-y-su-aplicacion/propagacion-asexual-plantas-y-su-aplicacion.pdf>
- Jiménez, F. y Agramonte, D. (2012). Cultivo *in vitro* y macropropagación como vía de sostenibilidad de la propagación de especies forestales. *Biotecnología Vegetal*, 13(1). <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/89/456>

- Keogh, R. (2013). La teca y su importancia económica a nivel mundial. En Camino, R., Pierre, J. (Eds.), *Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades*, Turrialba, Costa Rica (8-28). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <http://www.ibiologia.unam.mx/gela/tecalibro.pdf>
- Lahiri, A. (1974). Preliminary study on rooting of green wood cutting of teak. *Indian Forester*. 100(9), 559-560.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos*. Trad. Dr. Antonio Carrillo. Sección de biometría forestal de la Universidad de Freiburg, Alemania. <https://es.scribd.com/document/550052790/Silvicultura-en-Los-Tropicos-Lamprecht>
- MAE. (2013). *Ministerio del Ambiente*. Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito: MAE.
- Marrero, J. (1949). Tree seed data for Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 10, 11-30.
- Mendez, N. (2016). *Efecto de fitohormonas en La propagación vegetativa de Tectona Grandis L. F. "Teca" en el vivero forestal de la UNAS*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú]. [http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1368/MMN\\_2016.PDF?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1368/MMN_2016.PDF?sequence=1&isAllowed=y)
- Meza, A., Rodríguez, J., Gatti, K. y Espinoza, E. (2015). Propagación de árboles de teca *Tectona Grandis* L. f. por miniestacas. *Temas agrarios*. 20(2),43-48. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/354/757-1398-1-SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Monge, A. (2011). *Tratamientos de temperatura y humedad para incrementar el porcentaje de germinación en semillas de teca (Tectona grandis, Linn. F)* . [Tesis de grado, Universidad de Costa Rica "Rodrigo Facio"]. <http://www.cigras.ucr.ac.cr/phocadownload/Semillas/Tesis%20documento%20final%20Andres%20Monge%20Vargas.pdf>
- Monteuuis, O. y Maître, H. (2006). Adelantos en la clonación de teca. *OIMT Actualidad Forestal Tropical*. 14(3), 13-15. <https://agritrop.cirad.fr/543129/8/543129ESP.pdf>



- Muñoz, L., Vargas, J., López, J. y Soto, M. (2009). Effect of cutting age and substrate temperature on rooting of *Taxus globosa*. *New Forest*. 38:187-196.
- Muttiah, S. (1975). Some data on teak and further pregermination treatment trials. *Sri Lanka Forester*. 12(1): 25-36.
- Osuna, H., Osuna, A. y Fierro, A. (2017). *Manual de propagación de plantas superiores*. (1era Ed.). Universidad Nacional Autónoma de México. [https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual\\_plantas.df](https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.df)
- Guarnizo, J. y Palacios, B. (2007). *Respuesta inicial de una plantación de *Tectona grandis* L.f a la fertilización con N-P-K; N-P y muriato de potasio en los predios de la Empresa Fideicomiso Palmar del río cantón Coca provincia de Orellana*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5888/1/RESPUESTA%20INICIAL%20DE%20UNA%20PLANTACI%C3%93N%20DE%20Tectona%20grandis%20L.f%20A%20LA%20FERTILIZACI%C3%93N.pdf>
- PDOT. (2012). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Buenavista 2012-2020*. <http://buenavistaloja.gob.ec/images/PDOT-DE-BUENAVISTA.pdf>
- PDOT. (2015). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Buenavista 2015-2020*. <http://www.buenavistaloja.gob.ec/images/PDOT-GAD-BUENAVISTA-2015-2020.pdf>
- Pita, J. y Pérez, F. (1998). Germinación de semillas. *Biología Vegetal*, 2090. [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1998\\_2090.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1998_2090.pdf)
- Plua, E. (2017). *Partes de la semilla*. <https://es.scribd.com/document/362095898/Partes-de-la-semilla-docx>
- Quenayata, J. (2008). Aplicación de técnicas pregerminativas en semillas de teca (*Tectona grandis* L.). [Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia]. Repositorio UMSA. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4580/T-1263.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Quinapallo, T. y Velez, N. (2013). *Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del bosque seco del cantón zapotillo, provincia de Loja*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5225>
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Reyes, S. y Cano, D. (2022). Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(1), 53-64. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572022000100053&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572022000100053&script=sci_arttext)
- Rodríguez, S., Vergara, M., Ramos, J. y Sainz, C. (2012). *Germinación Y Manejo De Especies Forestales Tropicales*. (1era Ed.) Restauración campesina en cinco ejidos de la zona Totonaca mediante actividades de agroforestería. <https://www.uv.mx/personal/sdelamo/files/2012/11/Germinacion-y-manejo-de-especies.pdf>
- Rosabal, L., Martínez, L., Reyes, Y., Rodríguez, J. y Núñez, M. (2014). Aspectos fisiológicos, bioquímicos y expresión de genes en condiciones de déficit hídrico. Influencia en el proceso de germinación. *Cultivos tropicales*, 35(3), 24-35. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232155003.pdf>.
- Sánchez, J., Japón, A., Muenala, R., Flores, F., Roncal, W., Castillo, J., Loján, L., López, O. y Faicón, S. (2004). Propagación de especies forestales nativas andinas. En Ordoñez et al. (Eds.), *Manejo de semillas forestales nativas de la Sierra Ecuatoriana y Norte del Perú*. Quito, Ecuador. (41-83). Ecopar-Fosefor. <https://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/e606effa485c549aecce70ce68a0b148.pdf>.
- Sánchez, M. y Reyes, C. (2015). Ecuador: Revisión a las principales características del recurso forestal y de la deforestación. *Revista científica y tecnológica UPSE*, 3(1), 41-54. [https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/70/pdf\\_1](https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/70/pdf_1)
- SIN. (2015). *Sistema Nacional de Información*. <https://sni.gob.ec/inicio>

- Sisáro, D. y Hagiwara, J. (2016). *Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo*. (1era Ed.). INTA. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-\\_propagacion\\_vegetativa\\_por\\_medio\\_de\\_estacas\\_de\\_tallo.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-_propagacion_vegetativa_por_medio_de_estacas_de_tallo.pdf)
- Troiani, H., Prina, A., Muiño, W., Tatame, M. y Beinticinco, L. (2017). *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía*. (1era Ed.). Santa Rosa: Universidad Nacional de la Pampa. <http://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/QuedateEnCasa/botanica-morforlogia-taxonomia-y-fitogeografia.pdf>
- Vargas, O. (2011). Restauración ecológica: Biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16 (2), 221-246. <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028008017.pdf>
- Weaver, P. (1993). *Tectona grandis* L.f. Teak. *Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station*. 18 p. [https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm\\_iitf064%20%20\(18\).pdf](https://www.fs.fed.us/global/iitf/pubs/sm_iitf064%20%20(18).pdf)

## 10. Anexos

### Anexo 1. Fase de campo (Construcción y adecuación del vivero forestal)



a) Selección del área de trabajo



b) Adecuación del área de trabajo



c) Limpieza del área de trabajo



d) Medición del área para la construcción del vivero



e) Adquisición de postes de madera y hojas de zinc



f) Elaboración de los hoyos



g) Colocación de los postes de madera



h) Colocación de malla plástica, al contorno del vivero



i) Colocación de la cubierta



j) Vivero Forestal

## Anexo 2. Fase inicial, media y final del establecimiento del ensayo en el vivero.



a) Vivero forestal



b) Fase inicial (Día 0)





c) Fase media (Día 60)



d) Fase final (Día 90)

Anexo 3. Socialización de los resultados del Trabajo de Integración Curricular, en la casa abierta de la Carrera de Ingeniería Forestal, realizada el 29 de julio del 2022.



a) Entrega de trípticos del Trabajo de Integración curricular




b) Exposición del poster

Anexo 4. Socialización de los resultados del Trabajo de Integración Curricular, al Equipo Técnico del Laboratorio de Micropropagación Vegetal, de la Universidad Nacional de Loja, realizada el 05 de agosto del 2022.



Anexo 5. Información de la fuente semillera y calidad física.



**INFORMACION DE LA FUENTE SEMILLERA Y CALIDAD FÍSICA**  
**CERTIFICADO DE ORIGEN**

06/11/2020 - Página 1

---

**Banco de Semillas Forestales**  
**BSF CATIE**

**FUENTE SEMILLERA / LOTE: CATIE194 /20K-12**  
**REGISTRO ONS:**

---

**I. INFORMACIÓN BOTÁNICA**

**Nombre común:** Teca  
**Nombre botánico:** *TECTONA GRANDIS*  
**Procedencia:** PEÑAS BLANCAS

**Familia:** VERBENAÇEA  
**Origen:** DERIVADA

**II. INFORMACIÓN DEL SITIO**

**Distrito:** PEÑAS BLANCAS      **Cantón:** LA CRUZ  
**Provincia:** GUANACASTE      **Pais:** COSTA RICA  
**Latitud:** 11 ° 09 ' N      **Longitud:** 85 ° 37 ' O      **Altitud:** 100.00 (msnm)  
**Precipitación media anual:** 1,800.00 (mm)      **Temperatura media anual:** 28 (°C)  
**Zona de vida:** BH-T

**III. INFORMACIÓN SILVICOLA DE LA FUENTE**

**Tipo de fuente semillera:** Huerto Semillero no comprobado      **Año establecimiento:** 1992  
**Área:** 2.00      **Densidad:** 325      **Altura (m):** 17.50      **DAP (cm):** 22.30  
**Grado de intervención:**      **Raleos efectuados:**  
**Observaciones:** Rotal semillero autorizado por la Oficina Nacional de Semillas de Costa Rica.

**IV. INFORMACIÓN SOBRE LA CALIDAD FÍSICA**

**Pureza (%):** 72      **Peso mil semillas (g):** 612.750      **C. humedad (%):** 8.0  
**Germinación (%):** 72      **Semillas viables / kg:** 1,163  
**Fecha última germinación:** 06/04/2020  
**Tratamiento pregerminativo:** Realice inmersión en agua corriendo a temperatura ambiente (22-25°C) por 24 horas





R 3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	1	15	0	0	1	15	0	0	1	15	0	0	1	15	0	0	1	15	1	2	1	15	1,5	4	1	15	1,7	4	1	15	2	4	1	15	2,5	6					
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	0	0	1	25	1,2	4	1	25	1,6	4	1	25	2	6	1	25	3	6	1	25	3,5	6	1	25	4,5	6	1	25	5,0	8					
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	9	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	0	0	1	10	1	4	1	10	1,3	4	1	10	1,5	4	1	10	3	6	1	10	3,5	6	1	10	4	6	1	10	5	8	1	10	5,5	8	1	10	6,0	8				
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	1	15	1	4	1	15	1,5	4	1	15	1,7	4	1	15	1,8	4	1	15	2	4	1	15	2,2	4	1	15	3,5	8	1	15	4	8	1	15	5,0	8				
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	1	15	0,5	2	1	15	1	4	1	15	1,5	4	1	15	2,5	6	1	15	3,5	6	1	15	4	6	1	15	5	8	1	15	5,5	8	1	15	6,0	8				
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	1	15	0,5	2	1	15	1	4	1	15	1,2	4	1	15	1,7	6	1	15	2,5	6	1	15	3	6	1	15	4	8	1	15	4,5	8	1	15	5,0	8				
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	1	15	0	0	1	15	1	4	1	15	1,5	4	1	15	2	4	1	15	2,5	6	1	15	3	6	1	15	4	6	1	15	4,5	8	1	15	5,5	8				
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	1	15	1	2	1	15	1,2	4	1	15	1,3	4	1	15	1,4	4	1	15	2	6	1	15	2,3	6	1	15	3	8	1	15	3,3	8	1	15	4,0	8					
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20	0	0	1	20	0,8	2	1	20	1	4	1	20	1,2	4	1	20	1,5	4	1	20	1,7	4	1	20	2	6	1	20	2,2	6	1	20	2,5	6					
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
T 1	R 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	0	0	1	10	1	4	1	10	1,4	4	1	10	1,9	4	1	10	2,1	6	1	10	2,3	6	1	10	2,5	6	1	10	3	8	1	10	3,5	8	1	10	4,0	8			
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	1	15	0,5	2	1	15	1	4	1	15	2	4	1	15	2,2	4	1	15	3	6	1	15	3,5	6	1	15	4	6	1	15	4,5	8	1	15	5,0	8				
		6	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	1	2	1	10	1,5	4	1	10	1,7	4	1	10	2	4	1	10	2,2	6	1	10	2,5	6	1	10	3	6	1	10	3,5	8	1	10	3,8	8	1	10	4,0	8			
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		9	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	0	0	1	10	1	4	1	10	1,4	4	1	10	2,5	6	1	10	3,2	6	1	10	4	6	1	10	4,5	8	1	10	5	8	1	10	5,5	8	1	10	6,5	10			
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	1	15	0	0	1	15	0	0	1	15	1	4	1	15	1,6	4	1	15	2	4	1	15	2,5	6	1	15	3	6	1	15	4	6	1	15	5,0	6					
	2	0	0	0	0	0	1	10	0	0	1	10	0,5	2	1	10	1,3	4	1	10	3	4	1	10	2	4	1	10	3,3	6	1	10	4	6	1	10	4,8	6	1	10	6,3	8	1	10	6,8	8	1	10	7,0	8				





















		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	R2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	R3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2	0	0	0	1	2	0,4	1	2	0,5	1	2	4,5	1	2	10,1	1	1	13,4
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		4	0	0	0	1	1	0,2	1	1	5	1	1	11,5	1	1	11,7	1	1	11,7
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		6	0	0	0	0	0	0	1	1	4	1	1	3	1	1	8,6	1	1	9,6
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
T1	R1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2	0	0	0	1	2	0,7	1	2	3,8	1	2	5	1	2	5,3	1	2	5,3
		3	1	1	0,2	1	1	1,5	1	1	6,5	1	1	13	1	1	14,1	1	1	14,2
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		6	0	0	0	1	1	0,1	1	1	0,4	1	1	1,4	1	1	2,1	1	1	2,5
		7	0	0	0	1	2	1	1	2	6,5	1	2	8	1	2	8,3	1	2	8,7

		8	0	0	0	1	1	0,4	1	1	4,5	1	1	7,5	1	1	7,9	1	1	8	
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	R2	1	1	2	0,3	1	2	1	1	2	1,5	1	2	2,8	1	2	5,2	1	1	6,4	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5	1	1	2	1	1	8,5	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,6	1	1	6	1	1	9,8	
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1,4	1	2	3,7	1	2	3,9	
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7,5
		7	0	0	0	1	1	1	1	1	4,5	1	1	11,1	1	1	11,5	1	1	12,5	
		8	0	0	0	1	1	1	1	1	5,5	1	1	8,1	1	1	8,2	1	1	8,2	
		9	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	4	1	1	6	1	1	8	
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	R3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	6,2	1	1	9,7	1	1	9,9	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		3	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6	1	1	9,8	1	1	9,8	
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7	1	2	0,4	1	2	5	1	2	7,3	1	2	7,5	1	2	7,7	1	2	7,8	
		8	0	0	0	0	0	0	1	1	2,5	1	1	9	1	1	12,2	1	1	12,2	
		9	0	0	0	1	1	0,4	1	1	0,8	1	1	1,1	1	1	1,4	1	1	1,5	
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	10,5	
T2	R1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2	0	0	0	1	1	0,8	1	1	4	1	1	10,2	1	1	10,9	1	1	10,9	
		3	0	0	0	1	1	0,1	1	1	3	1	1	9,2	1	1	9,5	1	1	9,7	
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		5	0	0	0	0	0	0	1	2	0,6	1	2	5	1	2	6,7	1	2	6,9	
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,5	1	1	5	
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		10	0	0	0	1	2	2	1	2	5,5	1	2	5,7	1	2	5,9	1	2	6,1	
	R2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3,4	1	1	5,5	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		3	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5	1	1	3,2	1	1	5	1	1	7,9	
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3,2	1	1	6,7	1	1	8,5	
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,2	1	1	2,7	1	1	5,5	
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0,7
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,5	1	1	7,3	1	1	9,8	
	R3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7	0	0	0	0	0	0	1	1	0,2	1	1	1	1	1	1,5	1	1	2	
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
T4	R1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	8	1	1	10,5	1	1	10,7	
	3	0	0	0	1	1	0,7	1	1	1	1	1	3,7	1	1	10,2	1	1	11,4	
	4	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2,5	1	2	2,8	1	2	3	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	7	0	0	0	1	1	0,2	1	1	3	1	1	8,5	1	1	10,3	1	1	10,3	
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,7	
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	2	2,8	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5	0	0	0	0	0	0	1	1	0,6	1	1	1	1	1	3,8	1	1	4,7	
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	8	1	1	0,3	1	1	3,5	1	1	9	1	1	10,1	1	1	10,5	1	1	10,5	
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5,5	1	1	8	
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	4,3	1	1	9,5	1	1	9,8	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	6	0	0	0	1	1	0,3	1	1	0,5	1	1	0,6	1	1	0,7	1	1	0,8	
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	8	0	0	0	1	1	1,5	1	1	6,5	1	1	9,6	1	1	10	1	1	10,1	
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	R1	1	1	2	0,4	1	2	3,5	1	2	5	1	2	5,3	1	2	5,4	1	2	5,5
		2	0	0	0	1	1	2	1	1	9,5	1	1	13,5	1	1	13,7	1	1	14
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		5	0	0	0	1	1	0,5	1	1	3,5	1	1	6	1	1	6,2	1	1	6,4
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,2	1	1	2,1
		7	0	0	0	1	1	0,2	1	1	3	1	1	9,6	1	1	10	1	1	10
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		10	0	0	0	0	0	0	1	1	1,5	1	2	2,7	1	2	4,1	1	2	4,3
	R2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1,7
		3	0	0	0	0	0	0	1	1	0,8	1	1	6	1	1	10,1	1	1	10,4
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7	0	0	0	0	0	0	1	1	0,2	1	1	4	1	1	6,7	1	1	8,5
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,2	1	1	5,2
	R3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0,4	1	2	1,5	1	2	4
		5	0	0	0	0	0	0	1	1	0,8	1	1	8	1	1	10,5	1	1	10,5
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

T6		8	0	0	0	1	1	1	1	1	3	1	1	6,3	1	1	7	1	1	7
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,5	1	1	7	1	1	8
	R1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0,1	1	1	0,4	1	1	1,6	1	1	6
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3	1	1	0,3	1	1	2,5	1	1	6	1	1	7,1	1	1	7,3	1	1	7,3
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		6	0	0	0	0	0	0	1	1	0,4	1	1	5,5	1	1	11	1	1	11,2
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1,4	1	2	5,1	1	2	7,7
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	R2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1,5	1	1	8	1	1	9	1	1	9,1
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5	1	1	3	1	1	8
		3	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5	1	1	3	1	1	6,9	1	1	7
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,2
		6	0	0	0	1	1	0,8	1	1	5	1	1	7	1	1	8,3	1	1	8,3
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,9
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		10	0	0	0	0	0	0	1	1	1,5	1	1	6,9	1	1	8,3	1	1	8,3
	R3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,5	1	1	3,6	1	1	6,6
		3	0	0	0	1	1	2	1	1	3,5	1	1	7,5	1	1	7,8	1	1	7,8
		4	0	0	0	1	1	1	1	1	6,5	1	1	9	1	1	9,2	1	1	9,4
		5	0	0	0	0	0	0	1	1	5	1	1	8,2	1	1	8,4	1	1	8,5

		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7	0	0	0	1	1	0,5	1	1	3	1	1	7,2	1	1	8,2	1	1	8,4
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2,7	1	1	5,8	
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T7	R1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	10,2	1	1	11,9	1	1	12
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,1	1	1	8,4
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,9	1	1	6,7	1	1	7,1
		6	0	0	0	1	1	0,8	1	1	2	1	1	3	1	1	3,2	1	1	3,2
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		9	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	6,5	1	1	9,1	1	1	9,4
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	R2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0,7	1	2	3,4	1	2	4,4
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		10	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	1	7,5	1	1	9	1	1	9
	R3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,9	1	1	7,5	1	1	8	
		2	0	0	0	1	1	0,8	1	1	1	1	1,1	0	0	0	0	0	0	
		3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3,2	1	1	6	1	1	6,5

		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,3	1	1	1	1	1	2,5		
		5	1	1	0,5	1	1	2,5	1	1	8	1	1	8,2	1	1	8,6	1	1	8,6		
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,2	1	1	4,8		
		7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		T8	R1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	0			0	0	0	0	0	1	1	3	1	1	6,2	1	1	7,4	1	1	7,5		
9	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
10	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
T8	R2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	4	1	1	4,5	1	1	5,7	1	1	5,7		
		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		3	0	0	0	0	0	0	1	1	3	1	1	5,1	1	1	7,5	1	1	7,6		
		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1,5	1	2	3,7	1	2	4,4		
		5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2,5	1	1	5,9	1	1	6,1		
		7	0	0	0	1	1	1	1	3	2	1	3	3,1	1	3	7,6	1	3	10,4		
		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	R3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	7,9	1	1	10	1	1	10		

	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	1	1	2,5	1	1	6	1	1	10,5	1	1	10,5	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5	0	0	0	0	0	0	1	2	0,4	1	2	0,5	1	2	1,1	1	2	1,4	
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	7	0	0	0	1	1	0,2	1	1	2	1	1	7	1	1	7,2	1	1	7,5	
	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

0= Estacas secas

Anexo 8. Base de datos sobre la multiplicación asexual de teca (*Tectona grandis* L.) (Raíces).

MULTIPLICACIÓN ASEXUAL DE TECA <i>Tectona grandis</i> , L										
PARÁMETRO A EVALUAR: Número de estacas enraizadas, número de raíces por estaca, longitud de raíces por estaca							EE	Estacas enraizadas		
							NR	Número de raíces		
							LR	Longitud de raíces (cm)		
Fecha de evaluación										
Meses		2				3				
Parámetros		EE	NR	LR	Observaciones	EE	NR	LR	Observaciones	
Tratamiento	Repetición	#								
T0	R1	1	0	0	0	Presencia de callos				

	2								
	3								
	4								
	5					0	0	0	Presencia de callos
	6					0	0	0	Presencia de callos
	7	0	0	0	Presencia de callos				
	8	0	0	0	Presencia de callos				
	9					0	0	0	Presencia de callos
	10								
R2	1								
	2					0	0	0	No se observó raíces ni callos
	3								
	4	0	0	0	Presencia de callos				
	5								
	6								
	7	0	0	0	Presencia de callos				
	8					0	0	0	No se observó raíces ni callos (Estaca seca)
	9					0	0	0	No se observó raíces ni callos
	10	0	0	0	No se observó raíces ni callos				
R3	1								
	2					0	0	0	Presencia de callos
	3								
	4	0	0	0	Presencia de callos				
	5					0	0	0	No se observó raíces ni callos (Estaca seca)

		6	0	0	0	Presencia de callos					
		7									
		8									
		9					0	0	0	No se observó raíces ni callos	
		10	0	0	0	Presencia de callos					
T1	R1	1									
		2	0	0	0	Presencia de callos					
		3	1	2	1.5	Estaca enraizada					
		4						0	0	0	Presencia de callos
		5						0	0	0	Presencia de callos
		6						1	1	0,9	Estaca enraizada
		7	0	0	0	Presencia de callos					
		8									
		9									
		10									
	R2	1	0	0	0	Presencia de callos					
		2						1	1	0,4	Estaca enraizada
		3						0	0	0	Presencia de callos
		4									
		5	0	0	0	Presencia de callos					
		6						0	0	0	Presencia de callos
		7									
		8	1	1	0,7	Estaca enraizada					
		9									
		10									
	R3	1	0	0	0	Presencia de callos					
		2						0	0	0	Presencia de callos
		3	0	0	0	Presencia de callos					



		4												
		5												
		6												
		7					0	0	0			Presencia de callos		
		8	0	0	0	Presencia de callos								
		9												
		10					1	1	2			Estaca enraizada		
T2	R1	1												
		2					0	0	0			No se observó raíces ni callos		
		3	0	0	0	Presencia de callos								
		4												
		5					0	0	0				No se observó raíces ni callos (Estaca seca)	
		6	0	0	0	Presencia de callos								
		7												
		8												
		9					0	0	0					No se observó raíces ni callos
		10	0	0	0	No se observó raíces ni callos								
R2	1													
	2													
	3					0	0	0				Presencia de callos		
	4	0	0	0	Presencia de callos									
	5	0	0	0	Presencia de callos									
	6					0	0	0				No se observó raíces ni callos		
	7													
	8	0	0	0	Presencia de callos									

T3	R3	9												
		10					0	0	0	No se observó raíces ni callos				
		1												
		2												
		3												
		4	0	0	0	Presencia de callos								
		5					0	0	0	Presencia de callos				
		6	0	0	0	Presencia de callos								
		7					0	0	0	Presencia de callos				
		8	0	0	0	Presencia de callos								
	9													
	10					0	0	0	No se observó raíces ni callos					
	R1	1	0	0	0	Presencia de callos								
		2												
		3					0	0	0	Presencia de callos				
		4												
		5	0	0	0	Presencia de callos								
		6	0	0	0	Presencia de callos								
		7												
		8					0	0	0	No se observó raíces ni callos				
9														
10						0	0	0	Presencia de callos					
R2	1													
	2													
	3	0	0	0	Presencia de callos									
	4	0	0	0	Presencia de callos									
	5					0	0	0	Presencia de callos					

						0	0	0	No se observó raíces ni callos
						0	0	0	Presencia de callos
		0	0	0	Presencia de callos				
						0	0	0	Presencia de callos
						0	0	0	No se observó raíces ni callos (Estaca seca)
		0	0	0	No se observó raíces ni callos				
						0	0	0	No se observó raíces ni callos (Estaca seca)
		0	0	0	Presencia de callos				
		0	0	0	No se observó raíces ni callos				
						0	0	0	Presencia de callos
		0	0	0	Presencia de callos				
		0	0	0	Presencia de callos				
						0	0	0	No se observó raíces ni callos
		0	0	0	Presencia de callos				

		10					0	0	0	Presencia de callos
	R2	1								
		2	0	0	0	Presencia de callos				
		3								
		4								
		5					0	0	0	Presencia de callos
		6	0	0	0	Presencia de callos				
		7	0	0	0	Presencia de callos				
		8					0	0	0	No se observó raíces ni callos
		9					0	0	0	No se observó raíces ni callos (Estaca seca)
		10								
	R3	1					0	0	0	No se observó raíces ni callos
		2								
		3	0	0	0	Presencia de callos				
		4					0	0	0	No se observó raíces ni callos
		5					0	0	0	Presencia de callos
		6								
		7								
		8	0	0	0	Presencia de callos				
		9	0	0	0	Presencia de callos				
		10								
T5	R1	1					0	0	0	No se observó raíces ni callos
		2	0	0	0	Presencia de callos				
		3					0	0	0	Presencia de callos
		4								

	5								
	6	0	0	0	Presencia de callos				
	7	0	0	0	Presencia de callos				
	8								
	9								
	10					0	0	0	No se observó raíces ni callos
	R2	1							
		2	0	0	0	Presencia de callos			
		3	0	0	0	Presencia de callos			
		4					0	0	0
5						0	0	0	No se observó raíces ni callos
6									
7		0	0	0	Presencia de callos				
8									
9									
10						0	0	0	No se observó raíces ni callos
R3	1								
	2								
	3								
	4	0	0	0	Presencia de callos				
	5	0	0	0	Presencia de callos				
	6								
	7					0	0	0	No se observó raíces ni callos (Estaca seca)
	8					0	0	0	No se observó raíces ni callos

		9	0	0	0	Presencia de callos					
		10					0	0	0	No se observó raíces ni callos	
T6	R1	1					0	0	0	Presencia de callos	
		2									
		3	0	0	0	Presencia de callos					
		4					0	0	0	Presencia de callos	
		5					0	0	0	Presencia de callos	
		6	0	0	0	Presencia de callos					
		7									
		8	0	0	0	Presencia de callos					
		9									
		10									
	R2	1						0	0	0	Presencia de callos
		2	0	0	0	Presencia de callos					
		3	0	0	0	Presencia de callos					
		4									
		5					0	0	0	Presencia de callos	
		6	0	0	0	Presencia de callos					
		7					0	0	0	Presencia de callos	
		8									
		9									
		10									
	R3	1									
		2						0	0	0	Presencia de callos
		3						0	0	0	Presencia de callos
		4	0	0	0	Presencia de callos					
		5	0	0	0	Presencia de callos					
		6									

		7	0	0	0	Presencia de callos					
		8									
		9					0	0	0	Presencia de callos	
		10									
T7	R1	1									
		2	0	0	0	Presencia de callos					
		3					0	0	0	Presencia de callos	
		4									
		5	0	0	0	Presencia de callos					
		6	0	0	0	Presencia de callos					
		7					0	0	0	Presencia de callos	
		8									
		9					0	0	0	Presencia de callos	
		10									
	R2	1									
		2									
		3	0	0	0	No se observó raíces ni callos					
		4									
		5	0	0	0	Presencia de callos					
		6	0	0	0	Presencia de callos					
		7					0	0	0	Presencia de callos	
		8									
		9					0	0	0	Presencia de callos	
		10					0	0	0	Presencia de callos	
	R3	1	0	0	0	Presencia de callos					
		2									
		3	0	0	0	Presencia de callos					
		4	0	0	0	Presencia de callos					

						0	0	0	No se observó raíces ni callos	
						0	0	0	Presencia de callos	
						0	0	0	Presencia de callos	
T8	R1	1								
		2	0	0	0	Presencia de callos				
		3	0	0	0	Presencia de callos				
		4								
		5								
		6					0	0	0	Presencia de callos
		7					0	0	0	Presencia de callos
		8	0	0	0	Presencia de callos				
		9								
		10					0	0	0	Presencia de callos
	R2	1	0	0	0	No se observó raíces ni callos				
		2								
		3					0	0	0	No se observó raíces ni callos
		4	0	0	0	Presencia de callos				
		5					0	0	0	No se observó raíces ni callos
		6					0	0	0	No se observó raíces ni callos
		7	0	0	0	Presencia de callos				
		8								
		9								
		10								



R3	1					0	0	0	Presencia de callos
	2								
	3	0	0	0	Presencia de callos				
	4								
	5					0	0	0	No se observó raíces ni callos
	6								
	7	0	0	0	No se observó raíces ni callos				
	8					0	0	0	Presencia de callos
	9								
	10	0	0	0	Presencia de callos				

Anexo 9. Resultados, del análisis estadístico de las variables, de la propagación sexual y asexual de teca (*Tectona grandis* L.)

<b>Número de días a la germinación</b>					
<b>Variables</b>	<b>Df</b>	<b>Sum SQ</b>	<b>Mean SQ</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Tratamientos	5	49 640	9,928	0,8440	0,5485
Repeticiones	2	19 312	9,656	0,8209	0,4676
Residuos	10	117 630	11,763		

<b>Altura de las plántulas</b>				
<b>Variables</b>	<b>Df</b>	<b>Sum SQ</b>	<b>Mean SQ</b>	<b>F value</b>
Tratamientos	5	83,71	3,001	0,01263
Residuos	174	970,51		

<b>Número de hojas por plántula</b>				
<b>Variables</b>	<b>Df</b>	<b>Sum SQ</b>	<b>Mean SQ</b>	<b>F value</b>
Tratamientos	5	164,98	2,366	0,04158*
Residuos	174	2426,13		


<b>Número de días a la formación de brotes</b>					
<b>Variables</b>	<b>Df</b>	<b>Sum SQ</b>	<b>Mean SQ</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Tratamientos	8	707,86	88 482	1,7105	0,17627
Repeticiones	2	545,03	272 517	5,2681	0,01849
Residuos	15	775,94	51 730		

<b>Porcentaje de estacas con brotes</b>					
<b>Variables</b>	<b>Df</b>	<b>Sum SQ</b>	<b>Mean SQ</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Tratamientos	8	3629,6	453,70	1,0155	0,4627
Repeticiones	2	51,9	25,93	0,0580	0,9438
Residuos	16	7148,1	446,76		

<b>Número de brotes por estaca</b>					
<b>Variables</b>	<b>Df</b>	<b>Sum SQ</b>	<b>Mean SQ</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Tratamientos	8	5 252	0,65648	1,4765	0,1659
Repeticiones	2	0,141	0,07037	0,1583	0,8537
Residuos	259	115 159	0,44463		

<b>Longitud de los brotes</b>					
<b>Variables</b>	<b>Df</b>	<b>Sum SQ</b>	<b>Mean SQ</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Tratamientos	8	38 963	48 704	2,6837	0,04419
Repeticiones	2	0,296	0,1481	0,0816	0,92199
Residuos	16	29 037	18 148		

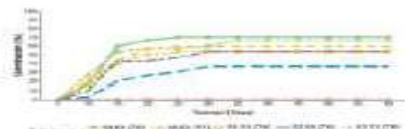
Anexo 10. Tríptico para la difusión de resultados.



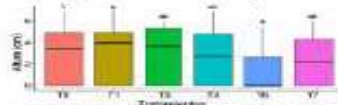
**RESULTADOS:**

**1. Resultados de la propagación sexual**

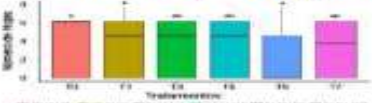
**1.1. Curva de germinación acumulativa**



**1.2. Altura promedio de las plántulas**

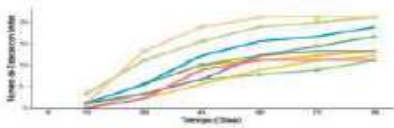


**1.3. Número de hojas de las plántulas**





**2. Resultados de la multiplicación asexual**

**2.1. Brotación**



**2.2. Enraizamiento**

**CONCLUSIONES:**

- El porcentaje de germinación de semillas de *Tectona grandis* L., no presento diferencias significativas entre los tratamientos a los 60 días. El T0 presento el 70 % de germinación, seguido del tratamiento T1 con 67 %, a nivel de vivero, iniciando a los 10 días y estabilizándose a los 35 días.
- La altura (cm) y número de hojas de las plántulas de *Tectona grandis* L., si presentaron diferencias significativas entre los tratamientos a los 60 días. El T0 y el T1 fueron los tratamientos en los que se obtuvieron los mejores resultados a nivel de vivero.
- El porcentaje de estacas con formación de brotes, el porcentaje y longitud de brotes de estacas de *Tectona grandis* L., no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos a los 90 días. El T1 y el T2 presentaron el 63 % de estacas con formación de brotes, iniciando a los 15 días.
- El T1 fue el único tratamiento en el que se observó la formación de raíces, presentando el 28 % de enraizamiento a los 90 días a nivel de vivero.

**RECOMENDACIONES:**

- Replicar este tipo de estudios sobre la propagación sexual y asexual de especies forestales, con la finalidad de aportar con información científica, considerando que esta actividad constituye la única vía posible para satisfacer las necesidades crecientes de la sociedad.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**



**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL**



**LABORATORIO DE MICROPROPAGACION VEGETAL**

**“PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE TECA, *Tectona grandis* L., EN LA PARROQUIA BUENAVISTA, CANTÓN CHAGUARPAMBA, PROVINCIA DE LOJA”**

**Responsable:**  
Fabiola Samanta Romero Pereira

**Director:**  
Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.

**LOJA – ECUADOR**  
2022





## INTRODUCCIÓN:

Ecuador es un país rico en especies forestales de alto valor comercial y ecosistémico (Sánchez et al., 2004), debido a las condiciones climatológicas, las especies forestales tanto nativas, como exóticas experimentan mayor rapidez en su crecimiento (Sánchez y Reyes, 2015). Las especies forestales; constituyen un recurso renovable, nos proveen de un sinnúmero de bienes y servicios ambientales, entre ellos la madera, que es utilizada en todo el mundo; y está presente en todas nuestras actividades, como en el escritorio donde trabajamos, los libros donde aprendemos, la cama en la que dormimos, y en muchos productos más, este noble recurso nos brinda bienes, que son difíciles de cuantificar (Bumeo, 2006); es por ello que, se debe aprovechar en nuestro país el gran potencial para desarrollar el tema forestal, entonces para ello, la clave es la propagación.

La propagación es la capacidad de las plantas para reproducirse (Vargas, 2011), es una actividad fundamental. Existen básicamente dos alternativas de propagación de plantas: sexualmente a través de semillas o asexualmente mediante tejidos vegetales (Osuna et al., 2017). *Tectona grandis* L., es considerada una de las especies más valiosas del mundo (Chaves y Fonseca, 1991), constituye un cultivo de gran relevancia ecológica y comercial, por la calidad de su madera, fortaleza y durabilidad (Jiménez y Agramonte, 2012), posee una gran demanda en el mercado, su tasa de crecimiento es alta (Camino, 2013).

El bajo porcentaje de propagación sexual y asexual de *Tectona grandis* L., se ha convertido en uno de los problemas más relevantes dentro del campo forestal, limitando la implementación de programas y proyectos de forestación y reforestación, con estos antecedentes se plantearon los siguientes objetivos:



## OBJETIVO GENERAL:

Contribuir a la generación de información científica, relacionada con los métodos de propagación sexual y asexual de teca (*Tectona grandis* L.), utilizando diferentes tipos de sustratos, métodos de escarificación y un enraizador comercial.



## OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evaluar la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), probando diferentes métodos de escarificación y tipos de sustratos.
- Ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), probando diferentes concentraciones de un enraizador comercial y tipos de sustratos.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados.



## METODOLOGÍA

### 1. Ubicación del área de estudio

La investigación fue desarrollada en la Parroquia Buenavista, Cantón Chaguarpamba, Provincia de Loja.



### 2. Metodología para evaluar la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.)

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con 9 tratamientos y 3 repeticiones, la unidad experimental fue una semilla en una funda.

MÉTODOS ESCARIFICACIÓN	Semillas sin ningún tratamiento de escarificación (E0)	Semillas sumergidas en agua caliente por 24 horas (E1)	Semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos (E2)
Tierra bajo el dosel donde crecen los árboles (S0)	S0E0 (T0)	S0E1 (T1)	S0E2 (T2)
Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:2 (S1)	S1E0 (T3)	S1E1 (T4)	S1E2 (T5)
Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1 (S2)	S2E0 (T6)	S2E1 (T7)	S2E2 (T8)

Las variables evaluadas fueron: Número de días a la germinación, porcentaje de germinación, número de semillas germinadas, altura de las plántulas y número de hojas de las plántulas.

### 3. Metodología para ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.)

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con 9 tratamientos y 3 repeticiones, la unidad experimental fue una estaca en una funda.

ENRAIZADOR COMERCIAL	Estacas en el enraizador Ref. Forte de Agrosa (RF0)	Estacas sumergidas en una concentración de 2.0 g.L <sup>-1</sup> del enraizador Ref. Forte de Agrosa por 24 horas (RF1)	Estacas sumergidas en una concentración de 3.0 g.L <sup>-1</sup> del enraizador Ref. Forte de Agrosa por 24 horas (RF2)
Tierra bajo el dosel donde crecen los árboles (S0)	S0RF0 (T2)	S0RF1 (T1)	S0RF2 (T3)
Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 2:1:2 (S1)	S1RF0 (T3)	S1RF1 (T4)	S1RF2 (T5)
Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1 (S2)	S2RF0 (T6)	S2RF1 (T7)	S2RF2 (T8)

Las variables evaluadas fueron: Número de días a la formación de brotes, porcentaje de estacas con brotes, número y longitud de los brotes de las estacas, número y porcentaje de estacas enraizadas, número y longitud de raíces de las estacas.



# Anexo 11. Posters para la difusión de resultados.

## Evaluación de la germinación de semillas de *Tectona grandis* L., en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja



Romero Pereira Fabiola Samanta <sup>1\*</sup>; Eras Guamán Víctor Hugo, Mg. S <sup>2</sup>; Yaguana Arévalo Magaly <sup>2</sup>; Gonzales Zaruma Darlín <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Forestal

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Loja, Laboratorio de Micropropagación vegetal

\*Correspondencia: fabysamantha16@gmail.com/ fabiola.romero@unl.edu.ec

### INTRODUCCIÓN

*Tectona grandis* L., es considerada una de las especies más valiosas del mundo (Chaves y Fonseca, 1991), constituye un cultivo de gran relevancia ecológica y comercial, por la calidad de su madera, fortaleza y durabilidad (Jiménez y Agramonte, 2012), posee una gran demanda en el mercado, su tasa de crecimiento es alta (Camino, 2013).

Sin embargo, el bajo porcentaje de propagación sexual de *Tectona grandis* L., se ha convertido en uno de los problemas más relevantes dentro del campo forestal, limitando la implementación de programas y proyectos de forestación y reforestación. El objetivo propuesto fue evaluar la germinación de semillas de *Tectona grandis* L., utilizando diferentes métodos de escarificación y tipos de sustratos.



Fig.1. *Tectona grandis* L.

### RESULTADOS

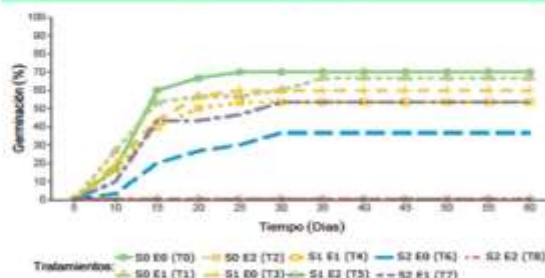


Fig.4. Curva de germinación acumulativa de *Tectona grandis* L., a los 60 días

### METODOLOGÍA

Se realizó la compra de semillas certificadas, se desinfectó el sustrato (Terrador 75%, en una concentración de 1,0 g. L<sup>-1</sup> de agua), se desinfectó las semillas (Vitalvax 2,0 ml. L<sup>-1</sup> de agua), y se aplicó los métodos de escarificación. Dentro del vivero se procedió a delimitar, y ubicar los letreros etiquetados e identificados. Se colocó una semilla por funda, el riego y deshierbe se realizaron de forma constante y periódicamente, de acuerdo al requerimiento observado.

Las variables evaluadas fueron: Número de días a la germinación, porcentaje de germinación, número de semillas germinadas, altura de las plántulas y número de hojas de las plántulas. Las evaluaciones fueron realizadas a partir del quinto día, con una periodicidad de 5 días, hasta los 60 días.



Fig.2. Evaluación de las variables

Tabla 1. Descripción de los tratamientos para la germinación de semillas de *Tectona grandis* L., a nivel de vivero.

MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN	Semillas sin ningún tratamiento de escarificación (E0)	Semillas sumergidas en agua corriente por 24 horas (E1)	Semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos (E2)
SUSTRATOS			
Tierra bajo el dosel donde crecen los árboles (S0)	S0E0 (T0)	S0E1 (T1)	S0E2 (T2)
Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 3:1:2 (S1)	S1E0 (T3)	S1E1 (T4)	S1E2 (T5)
Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1 (S2)	S2E0 (T6)	S2E1 (T7)	S2E2 (T8)

Diseño experimental: se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 9 tratamientos y 3 repeticiones, la unidad experimental fue una semilla en una funda.



Fig.3. a) Materiales b) Sustrato c) Semillas d) Escarificación e) Letreros f) Siembra

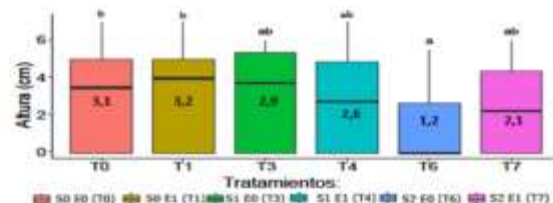


Fig.5. Altura promedio de las plántulas de *Tectona grandis* L., (p<0.05; F: 0.01263)

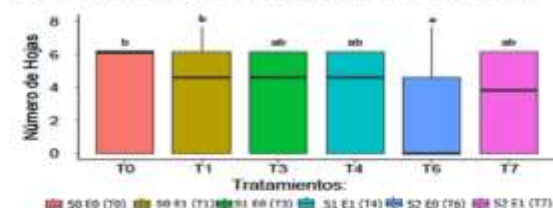


Fig.6. Número de hojas de las plántulas de *Tectona grandis* L., (p<0.05; F: 0.04158)

### CONCLUSIONES

✓ El porcentaje de germinación no presentó diferencias significativas (p>0.05; F: 0.4122) entre los tratamientos a los 60 días. El T0 presentó el 70% de germinación, seguido del tratamiento T1 con 67 %, a nivel de vivero iniciando a los 10 días y estabilizándose a los 35 días.

✓ El T0 y T1 fueron los mejores tratamientos en los que se obtuvieron el mayor promedio de altura y número de hojas de las plántulas.

### BIBLIOGRAFÍA

- Camero, C. (2013). Introducción. En Camero, R., Perini, J. (Eds.). Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades. Turbato, Costa Rica (4-0). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <http://www.biologia.unlp.edu.ar/revista/index.php>
- Chaves, E., y Fonseca, W. (1991). Teca, *Tectona grandis* L. f. Especies de árbol de uso múltiple en América central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turbato, Costa Rica. [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11362/11717/teca\\_Tectona\\_grandis.pdf?sequence=1&fileKey=1](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11362/11717/teca_Tectona_grandis.pdf?sequence=1&fileKey=1)
- Jiménez, F., Agramonte, D. (2012). Cultivo in vitro y micropropagación como vía de sustentabilidad de la propagación de especies forestales. *Biología Vegetal*, 13(1). <https://www.bjpp.com.co/doi/pdf/10.15446/bjpp.1136>



UNL

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables



# Multiplicación vegetativa por estacas de *Tectona grandis* L., en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja



Romero Pereira Fabiola Samanta <sup>1</sup>; Eras Guamán Víctor Hugo, Mg. S <sup>2</sup>; Yaguana Arévalo Magaly <sup>2</sup>; Gonzales Zaruma Darlin <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Forestal

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Loja, Laboratorio de Micropropagación vegetal

\*Correspondencia: fabysamanta16@gmail.com/ fabiola.romero@unl.edu.ec

## INTRODUCCIÓN

*Tectona grandis* L., constituye un recurso emergente que tiene grandes oportunidades en el mercado (Keogh, 2013), por sus excelentes características es considerada como un importante recurso por su madera dura de calidad (Camino, 2013), posee gran resistencia al ataque de hongos e insectos (Chaves y Fonseca, 1991).

Sin embargo, el bajo porcentaje de multiplicación asexual de *Tectona grandis* L., se ha convertido en uno de los problemas más relevantes dentro del campo forestal, limitando la implementación de programas y proyectos de forestación y reforestación. El objetivo propuesto fue ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de *Tectona grandis* L., utilizando diferentes concentraciones de un enraizador comercial y tipos de sustratos.



Fig 1. *Tectona grandis* L.

## METODOLOGÍA

Para la colecta del material vegetal, se seleccionaron árboles superiores, el criterio de selección estuvo basado en las características fenotípicas. El material vegetal se colectó en horas de la mañana, de la parte media del árbol, con longitud de 20-30 cm y diámetro de 2-3 cm, con una a dos yemas. Para la siembra de las estacas se realizó el aislamiento, la desinfección de las estacas (2,0 g. L<sup>-1</sup> de Golska + 2,0 ml. L<sup>-1</sup> de Kasumin), la desinfección del sustrato (Tetrador 75%, 1,0 g. L<sup>-1</sup>). Dentro del vivero se procedió a delimitar, y ubicar los letreros identificados con los tratamientos y repeticiones. Se colocó una estaca por funda, el riego y deshierbe se realizaron de forma constante y periódicamente.

Las variables evaluadas fueron: Número de días a la formación de brotes, porcentaje de estacas con brotes, número y longitud de los brotes de las estacas, número y porcentaje de estacas enraizadas, número y longitud de raíces de las estacas. Las evaluaciones de las variables de los brotes, fueron realizadas a partir de los 15 días, con una periodicidad de 15 días, durante 90 días. Las evaluaciones de las variables de enraizamiento fueron realizadas a los 60 y 90 días, en cada evaluación se extrajo al azar el 30% de las estacas de cada tratamiento.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos para la multiplicación de estacas de *Tectona grandis* L., a nivel de vivero.

ENRAIZADOR COMERCIAL / SUSTRATOS	Estacas sin el enraizador Raíz Forte de Agrota (RF0)	Estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g.L <sup>-1</sup> del enraizador Raíz Forte de Agrota por 24 horas (RF1)	Estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g.L <sup>-1</sup> del enraizador Raíz Forte de Agrota por 24 horas (RF2)
Tierra bajo el dosel donde crecen los árboles (S0)	S0RF0 (T0)	S0RF1 (T1)	S0RF2 (T2)
Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 3:1:2 (S1)	S1RF0 (T3)	S1RF1 (T4)	S1RF2 (T5)
Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1 (S2)	S2RF0 (T6)	S2RF1 (T7)	S2RF2 (T8)

Diseño experimental: se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 9 tratamientos y 3 repeticiones, la unidad experimental fue una estaca en una funda.



Fig.2. a) Material vegetal b) aislamiento c) desinfección de las estacas d) sustrato e) enraizador f) siembra de las estacas

## RESULTADOS

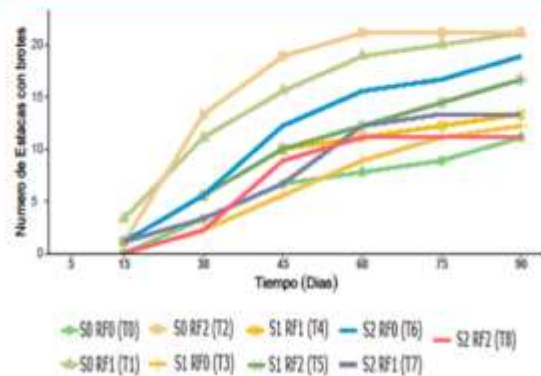


Fig.3. Curva acumulativa de formación de brotes de *Tectona grandis* L., a los 90 días



Fig.4. a) Brotes b) raíces c) Callos en estacas de *Tectona grandis* L.

## CONCLUSIONES

- ✓ El porcentaje de estacas con brotes, número y longitud de los brotes no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos a los 90 días. El T1 y T2 presentaron el 63 % de estacas con brotes, el T2 presentó el 80% de formación de brotes y 5,6 cm de altura promedio de los brotes a nivel de vivero.
- ✓ El T1 compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g.L<sup>-1</sup> del enraizador Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, fue el único tratamiento en el que se observó la formación de raíces en estacas de *T. grandis* L., alcanzando un porcentaje del 28 % a nivel de vivero.

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Camino, C. (2013). Introducción. En Camino, R., Pierra, J. (Eds.), *Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades*. Turrialba, Costa Rica (4-6). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <http://www.ibiologia.unam.mx/gela/tecalibro.pdf>
- ✓ Chaves, E., y Fonseca, W. (1991). *Teca, *Tectona grandis* L. f. Especies de árbol de uso múltiple en América Central*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica. [https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4173/Teca\\_Tectona\\_grandis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4173/Teca_Tectona_grandis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES**  
**RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**  
**Laboratorio de Micropropagación Vegetal**

---

**Propagación sexual y asexual de teca,  
*Tectona grandis* L., en la parroquia  
Buenavista, cantón Chaguarpamba,  
provincia de Loja**



**AUTORES:**

Fabiola Samanta Romero Pereira

Ing. For. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc.

**LOJA – ECUADOR**

2022

## Índice general

1.	<b>Introducción</b> .....	119
2.	<b>Metodología</b> .....	120
2.1.	Ubicación del área de estudio.....	120
2.2.	Metodología para la evaluar la germinación de semillas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), probando dos métodos de escarificación, más un testigo y tres tipos de sustratos.....	121
2.2.1.	Diseño experimental.....	121
2.2.2.	Análisis estadístico.....	122
2.3.	Metodología para ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), probando dos concentraciones de un enraizador comercial, más un testigo y tres tipos de sustratos.....	123
2.3.1.	Diseño experimental.....	123
2.3.2.	Análisis estadístico.....	124
3.	<b>Resultados</b> .....	125
3.1.	Evaluación de la germinación de semillas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), probando dos métodos de escarificación, más un testigo y tres tipos de sustratos.....	125
3.2.	Multiplicación vegetativa por estacas de teca ( <i>Tectona grandis</i> L.), probando dos concentraciones de un enraizador comercial, más un testigo y tres tipos de sustratos.....	127
4.	<b>Conclusiones</b> .....	133
5.	<b>Bibliografía</b> .....	134



## 1. Introducción

Ecuador es un país rico en especies forestales de alto valor comercial y ecosistémico (Sánchez et al., 2004), debido a las condiciones climatológicas, donde las especies forestales tanto nativas, como exóticas experimentan mayor rapidez en su crecimiento (Sánchez y Reyes, 2015). Las especies forestales constituyen un recurso renovable, que proveen de un sinnúmero de bienes y servicios ambientales, entre ellos la madera; y está presente en todas las actividades, como en el escritorio donde trabajamos, los libros donde aprendemos, la cama en la que dormimos, y en muchos productos más, este noble recurso brinda bienes, que son difíciles de cuantificar (Burneo, 2006); es por ello que, se debe aprovechar en el país el gran potencial para desarrollar el tema forestal, entonces para ello, la clave es la propagación.

La propagación es una actividad fundamental, es la capacidad de las plantas para reproducirse (Vargas, 2011). Existen básicamente dos alternativas de propagación de plantas: sexualmente a través de semillas o asexualmente mediante tejidos vegetales (Osuna et al., 2017). La teca (*Tectona grandis* L.), es considerada una de las especies más valiosas del mundo (Chaves y Fonseca, 1991), constituye un cultivo de gran relevancia ecológica y comercial, por la calidad de la madera, fortaleza y durabilidad (Jiménez y Agramonte, 2012), posee una gran demanda en el mercado, la tasa de crecimiento es alta (Camino, 2013); sin embargo, el bajo porcentaje de propagación sexual y asexual de teca (*Tectona grandis* L.), se ha convertido en uno de los problemas más relevantes dentro del campo forestal, limitando la implementación de programas y proyectos de forestación y reforestación.

La presente investigación se realizó con el propósito de contribuir a la generación de información científica, relacionada con los métodos de propagación sexual y asexual de teca (*Tectona grandis* L.), mediante la evaluación de la germinación de las semillas y el ensayo de la multiplicación asexual por estacas; información que permita fortalecer las bases teóricas, para posteriores investigaciones, que prioricen la propagación sexual y asexual de la especie.

## 2. Metodología

### 2.1. Ubicación del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja, a una altitud de 1040 m s.n.m. (Figura 1). La parroquia Buenavista se encuentra ubicada al nor-oeste de la cabecera cantonal de Chaguarpamba, a una distancia de 24 Km, tiene una extensión de 4 432,30 ha, geográficamente, se encuentra entre las siguientes coordenadas UTM 3°52'13,42" S; 79°41'39,87" W, a una altitud que oscila entre 440 m s.n.m. – 2 160 m s.n.m, Sus límites son: al Norte con la parroquia El Rosario y el Cantón Piñas de la Provincia de El Oro, al Sur con el Cantón Paltas y el Cantón Olmedo, al Este con la parroquia Amarillos y parte de la parroquia Chaguarpamba y al Oeste con la parroquia Santa Rufina (PDOT, 2015; SNI, 2015).

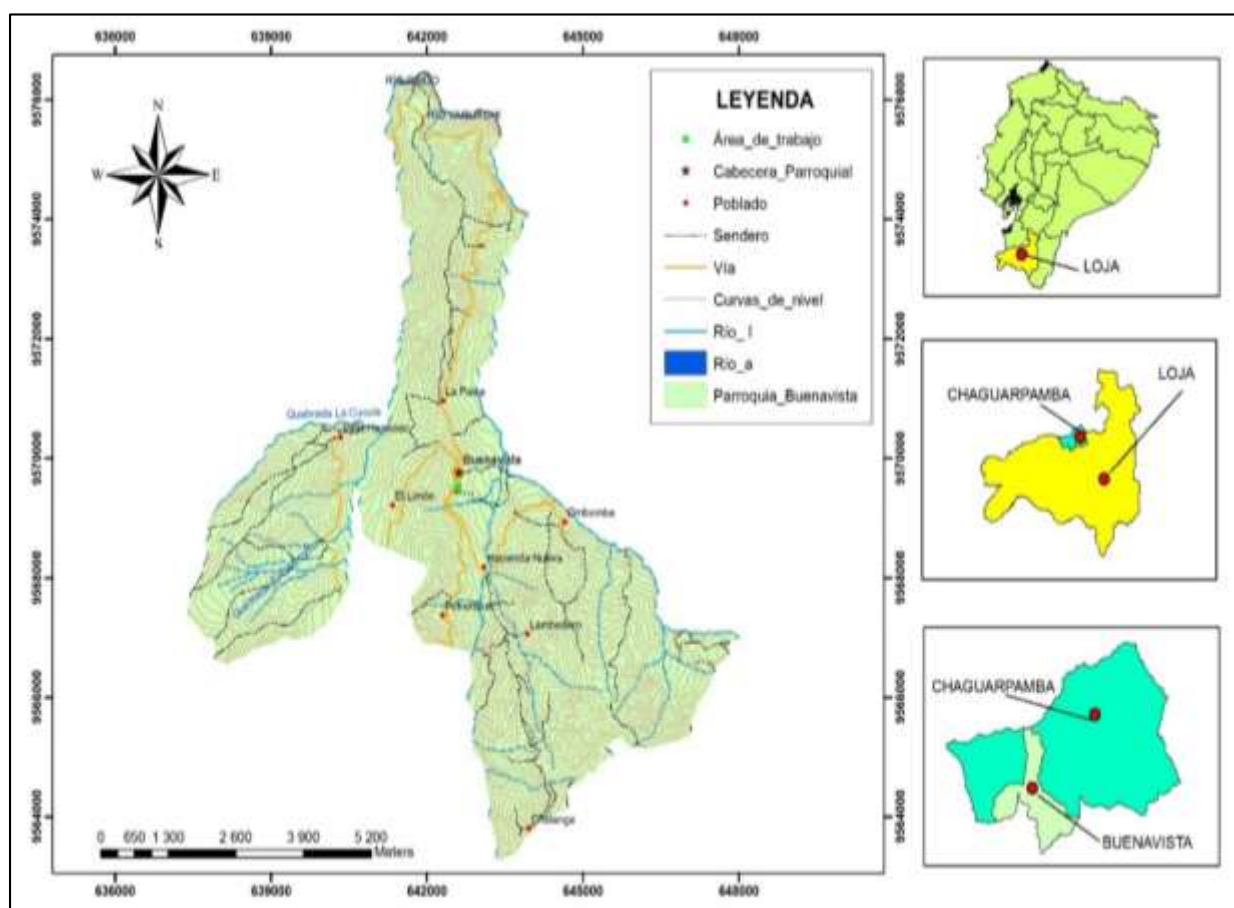


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

## 2.2. Metodología para evaluar la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), probando dos métodos de escarificación, más un testigo y tres tipos de sustratos

Para la propagación sexual de teca (*Tectona grandis* L.); se utilizaron los frutos maduros certificados, los cuales de acuerdo a Herrera (2018), a cada fruto; se le consideró una semilla. No se utilizaron directamente las semillas que se extraen de los frutos debido a que son suaves y frágiles; además, por ser ricas en nutrientes son fácilmente atacadas por hongos, que pueden estar presentes en la superficie de la semilla o en el ambiente (Monge, 2011).

Se realizó la compra de semillas certificadas procedente del distrito Peñas Blancas, Costa Rica, por medio de la empresa PROFAFOR Quito- Ecuador, se preparó y desinfectó el sustrato utilizando Terraclor al 75 % en una concentración de 1,0 g. L<sup>-1</sup> de agua, se desinfectó las semillas utilizando Vitavax 2,0 ml. L<sup>-1</sup> de agua, luego las mismas fueron sembradas en el vivero, utilizando dos métodos de escarificación, más un testigo y tres tipos de sustratos (Tabla 1). Dentro del vivero se procedió a delimitar, y ubicar los letreros etiquetados e identificados, de acuerdo a cada tratamiento y repetición. Se colocó una semilla por funda, el riego y deshierbe se realizaron de forma constante y periódicamente, de acuerdo al requerimiento observado.

Tabla 1. Descripción de los factores y niveles para evaluar la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero

FACTOR	NIVELES		
A. Tipos de Sustratos	1.	Tierra bajo el dosel	(S0)
	2.	Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 3:1:2	(S1)
	3.	Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1	(S2)
B. Métodos de escarificación	1.	Semillas sin ningún tratamiento de escarificación	(E0)
	2.	Semillas sumergidas en agua corriente por 24 horas	(E1)
	3.	Semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos	(E2)

### 2.2.1. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con 9 tratamientos y 3 repeticiones, la unidad experimental fue una semilla en una funda, el total de unidades experimentales fueron 270 semillas, 30 por tratamiento y 10 por repetición (Tabla 2). Las variables evaluadas fueron: Número de días a la germinación, porcentaje de germinación, altura de las plántulas y número de hojas por plántula. Las evaluaciones fueron realizadas, a partir del quinto día, con una periodicidad de cinco días, hasta los 60 días.

Tabla 2. Tratamientos utilizados para evaluar la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero

MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN SUSTRATOS	Semillas sin ningún tratamiento de escarificación (E0)	Semillas sumergidas en agua corriente por 24 horas (E1)	Semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos (E2)
Tierra bajo el dosel (S0)	S0E0 (T0)	S0E1 (T1)	S0E2 (T2)
Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 3:1:2 (S1)	S1E0 (T3)	S1E1 (T4)	S1E2 (T5)
Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1 (S2)	S2E0 (T6)	S2E1 (T7)	S2E2 (T8)

**S0:** Tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista

**S1:** Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 3:1:2

**S2:** Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1

**E0:** Semillas sin ningún tratamiento de escarificación

**E1:** Semillas sumergidas en agua corriente por 24 horas

**E2:** Semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos

### 2.2.2. Análisis de datos

Para evaluar el efecto de la interacción de los métodos de escarificación y los tres tipos de sustratos ensayados, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 3 x 3, con 9 tratamientos y 3 repeticiones, cabe señalar que para los tratamientos T2, T5, T8, no se registraron resultados, por tanto, para no inferir en el coeficiente de variación del resto de tratamientos se omitió del análisis estadístico. Los datos registrados fueron previamente analizados para determinar la distribución normal y homogeneidad de varianza, por medio de la prueba de Shapiro-Wilk, en algunos casos se requirió realizar transformaciones, tales como: logaritmo natural (ln) o raíz cuadrada. Los datos no paramétricos se analizaron a través de la prueba estadística de Kruskal Wallis y los datos paramétricos por medio de un ANOVA a nivel de significancia al 5 %; y, posteriormente cuando se determinó diferencias significativas de las variables entre los tratamientos según el ANOVA, se realizó la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey. El procesamiento de los datos, análisis estadístico y realización de figuras, fueron realizados con el paquete “GerminaR”, “agricolae” “vegan” y “ggplot2” en el software R versión 4.2.0 (R Core Team, 2022).

### 2.3. Metodología para ensayar la multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), probando dos concentraciones de un enraizador comercial, más un testigo y tres tipos de sustratos

Para la colecta del material vegetal, se seleccionaron árboles superiores, el criterio de selección estuvo basado en las características fenotípicas. El material vegetal se colectó en horas de la mañana, de la parte media del árbol, con longitud de 20-30 cm y diámetro de 2-3 cm, con una a dos yemas, posteriormente se realizó el aislamiento, se desinfectó las estacas utilizando 2,0 g. L<sup>-1</sup> de Goika + 2,0 ml. L<sup>-1</sup> de Kasumin, se preparó y desinfecto el sustrato utilizando Terraclor al 75 %, (1,0 g. L<sup>-1</sup>). Luego se aplicó las dos concentraciones del enraizador comercial, más el testigo (Tabla 3). En el vivero se procedió a delimitar, y ubicar los letreros identificados, con los tratamientos y repeticiones. Se colocó una estaca por funda, el riego y deshierbe se realizaron de forma constante y periódicamente.

Tabla 3. Descripción de los factores y niveles para evaluar la formación de brotes y raíces en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero

FACTOR	NIVELES
A. Tipos de Sustratos	1. Tierra bajo el dosel (S0)
	2. Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 3:1:2 (S1)
	3. Tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1 (S2)
B. Enraizador comercial	1. Estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota (RF0)
	2. Estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L <sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas (RF1)
	3. Estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L <sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas (RF2)

#### 2.3.1. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), con 9 tratamientos y 3 repeticiones, la unidad experimental fue una estaca en una funda, el total de unidades experimentales fueron 270 estacas, 30 por tratamiento y 10 por repetición (Tabla 4). Las variables evaluadas fueron: Número de días a la formación de brotes, porcentaje de estacas con brotes, número de brotes por estaca y longitud de los brotes de las estacas; porcentaje de enraizamiento, número de raíces por estaca y longitud de las raíces. Las evaluaciones de las variables de los brotes, fueron realizadas, a partir de los 15 días, con una periodicidad de 15 días, durante 90 días. Las evaluaciones de las variables de enraizamiento fueron realizadas a los 60 y 90 días, en cada evaluación se extrajo al azar el 30 % de las estacas de cada tratamiento.

Tabla 4. Tratamientos utilizados, para evaluar la formación de brotes y raíces en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero.

ENRAIZADOR COMERCIAL	Estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota (RF0)	Estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L <sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas (RF1)	Estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L <sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas (RF2)
<b>SUSTRATOS</b>			
Tierra bajo el dosel (S0)	S0RF0 (T0)	S0RF1 (T1)	S0RF2 (T2)
Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 3:1:2 (S1)	S1RF0 (T3)	S1RF1 (T4)	S1RF2 (T5)
Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1 (S2)	S2RF0 (T6)	S2RF1 (T7)	S2RF2 (T8)

**S0:** Tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista  
**S1:** Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 3:1:2  
**S2:** Tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1  
**RF0:** Estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota.  
**RF1:** Estacas sumergidas en concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas  
**RF2:** Estacas sumergidas en concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas

### 2.3.2. Análisis de datos

Para evaluar el efecto de la interacción de las concentraciones del enraizador comercial Raíz Forte de Agrota y los tres tipos de sustratos ensayados, se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con arreglo factorial de 3 x 3, conformado por 9 tratamientos y 3 repeticiones, cuyos datos fueron previamente analizados para determinar distribución normal y homogeneidad de varianza por medio de la prueba de Shapiro-Wilk, en algunos casos se requirió realizar transformaciones, tales como: logaritmo natural (ln) o raíz cuadrada. Los datos no paramétricos se analizaron a través de la prueba estadística de Kruskal Wallis y los datos paramétricos por medio de un ANOVA a nivel de significancia al 5 %; y, posteriormente cuando se determinó diferencias significativas de las variables entre los tratamientos, se realizó la Prueba de Comparación Múltiple de Tukey. El procesamiento de los datos, análisis estadístico y realización de figuras, fueron realizados con el paquete “GerminaR”, “agricolae” “vegan” y “ggplot2” en el software R versión 4.2.0 (R Core Team, 2022).

### 3. Resultados

#### 3.1. Evaluación de la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), probando dos métodos de escarificación, más un testigo y tres tipos de sustratos

##### 3.1.1. Número de días a la germinación

Como se muestran en la Figura 2, la germinación de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), se presentó a partir del día 10 y se estabilizó hasta el día 35, destacándose, a los 15 días el tratamiento testigo, que alcanzó el pico más alto de germinación con el 43 %. Además, los tratamientos T2 (S0 E2), T5 (S1 E2) y T8 (S2 E2), no presentaron germinación, durante los 60 días de evaluación. La germinación entre los tratamientos no fue estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ; F: 0,468).

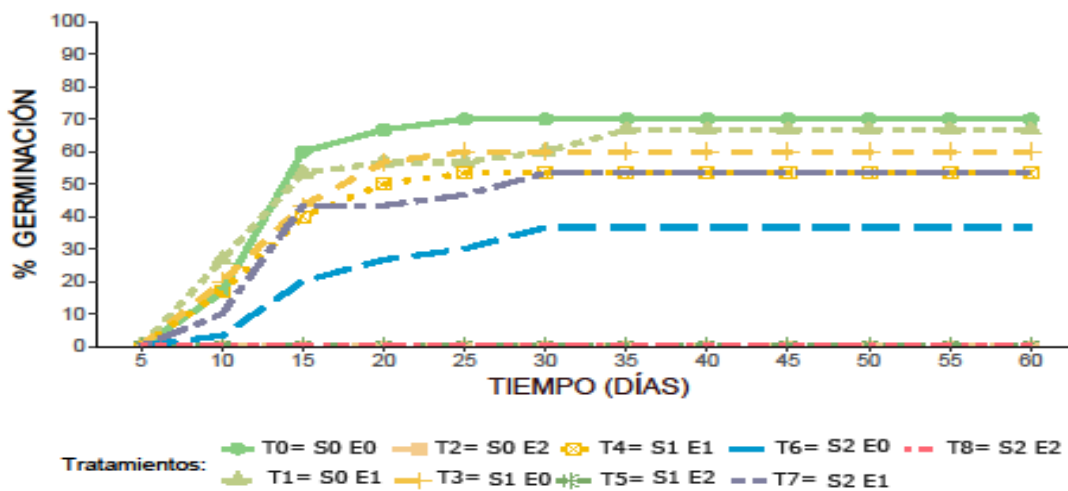


Figura 2. Curva de germinación acumulativa de teca (*Tectona grandis* L.), a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.

##### 3.1.2. Porcentaje de germinación

Como se muestra en la Figura 3, el tratamiento T0 que estuvo compuesto por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), presentó el mayor porcentaje de germinación, con el 70 %; mientras tanto, los tratamientos T2 (S0 E2), T5 (S1 E2) y T8 (S2 E2), los cuales tuvieron en común el método de escarificación: semillas sumergidas en agua caliente por 5 minutos, no presentaron germinación. El análisis estadístico realizado, determino que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, ( $p > 0,05$ ; F: 0,412).

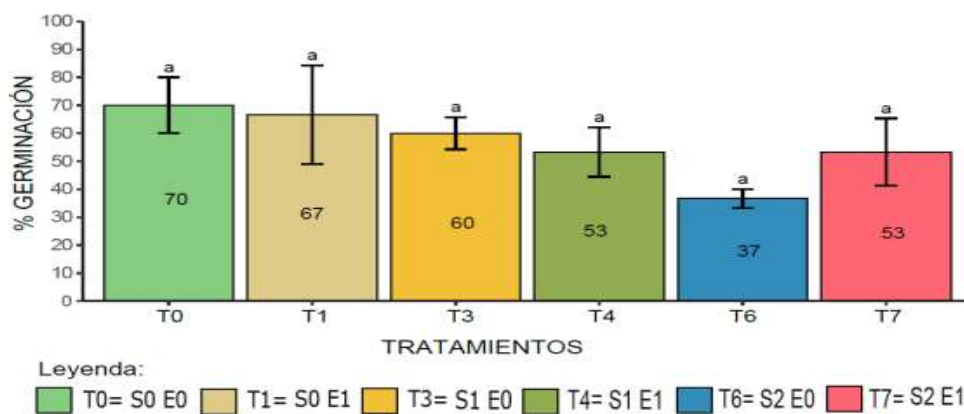


Figura 3. Porcentaje de germinación de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.

### 3.1.3. Altura de las plántulas

Como se puede ver en la Figura 4, el tratamiento T1 cuyas semillas fueron sumergidas en agua corriente por 24 horas y donde se utilizó el sustrato tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), obtuvo la mayor altura promedio de las plántulas, con 3,2 cm; mientras tanto, el tratamiento T6 que estuvo compuesto por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1, alcanzó la menor altura promedio de las plántulas con 1,2 cm, cuya variación fue estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ; F: 0,013).

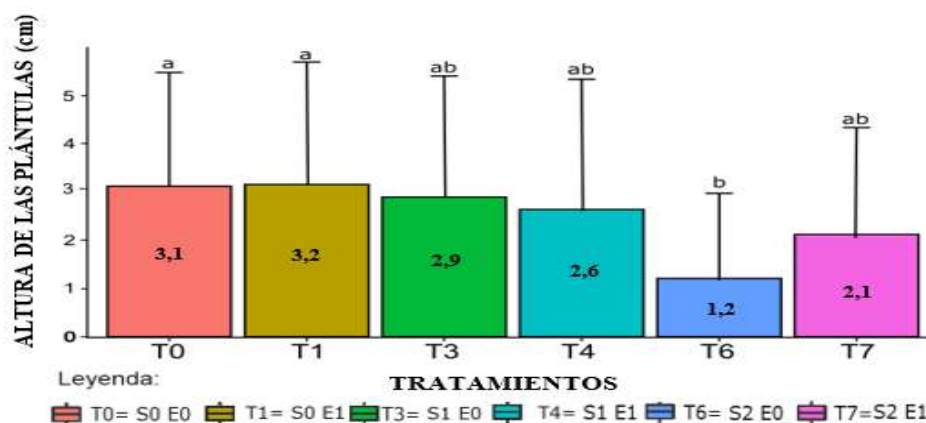


Figura 4. Altura promedio de las plántulas de teca (*Tectona grandis* L.), a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.



### 3.1.4. Número de hojas por plántula

Como se muestra en la Figura 5, el tratamiento T0 que estuvo compuesto por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), y el tratamiento T1 cuyas semillas fueron sumergidas en agua corriente por 24 horas, fueron los mejores tratamientos en los que se observó el mayor número promedio de hojas por plántula, con cinco hojas; mientras tanto, el tratamiento T6 que estuvo compuesto por semillas sin ningún tratamiento de escarificación y tierra + arena + cáscara de arroz, en una proporción 1:1:1, obtuvo el menor número promedio de hojas por plántula con dos hojas, lo cual resultó estadísticamente significativo ( $p < 0,05$ ; F: 0,041).

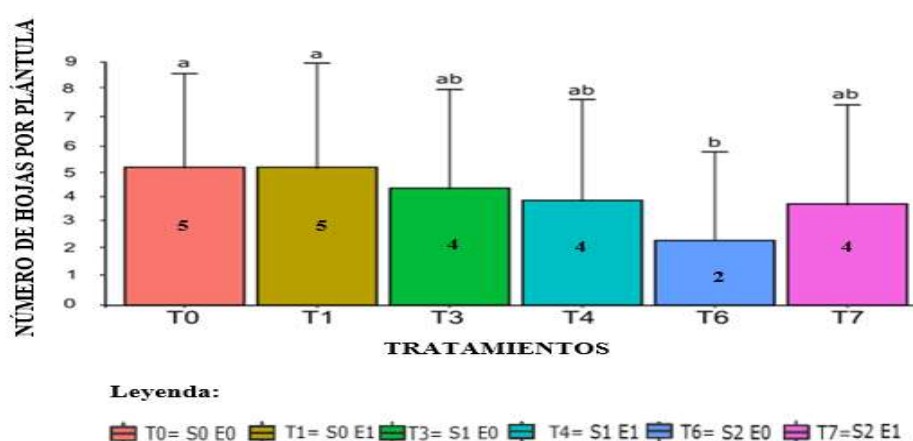


Figura 5. Número promedio de hojas por plántula de teca (*Tectona grandis* L.), a los 60 días de evaluación, a nivel de vivero.

## 3.2. Multiplicación vegetativa por estacas de teca (*Tectona grandis* L.), probando dos concentraciones de un enraizador comercial, más un testigo y tres tipos de sustratos

### 3.2.1. Número de días a la formación de brotes

Como se puede ver en la Figura 6, la presencia de brotes en las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), se evidenció a los 15 días después de haber establecido el ensayo, en los tratamientos T1 (S0 RF1), T2 (S0 RF2), T4 (S1 RF1), T5 (S1 RF2), T6 (S2 RF0) Y T7 (S2 RF1), en el día 30 se registró el pico más alto de la presencia de brotes en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), en el tratamiento T2, que estuvo conformado por estacas sumergidas en una concentración de  $3,0 \text{ g. L}^{-1}$  del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), con el 37 %, sin embargo la variación no fue estadísticamente significativa ( $p > 0,05$ ; F: 0,176).

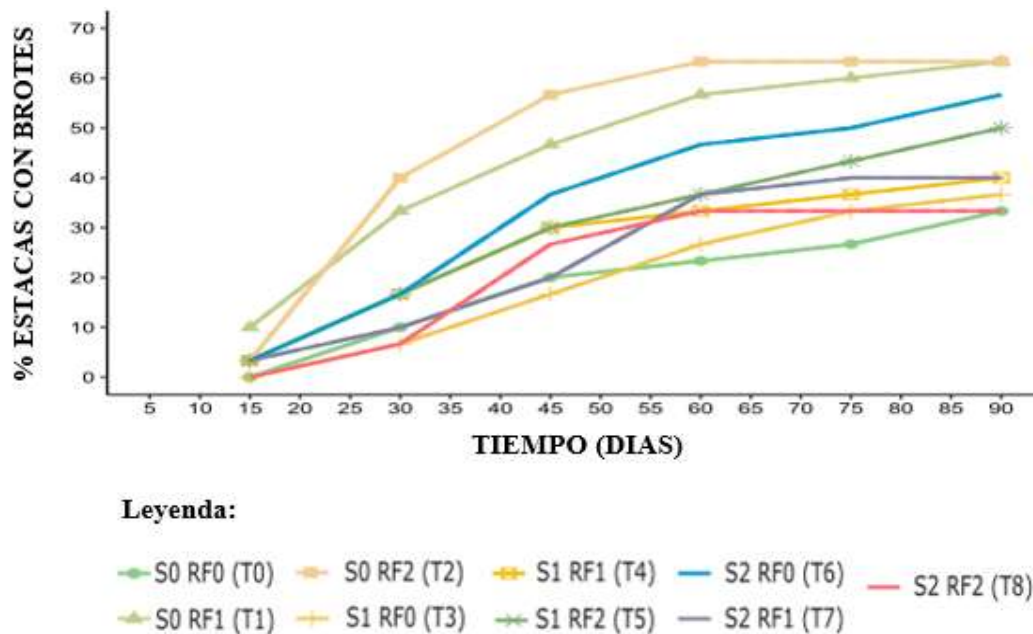


Figura 6. Curva acumulativa de la formación de brotes en las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.

### 3.2.2. Porcentaje de estacas con brotes

Como se puede ver en la Figura 7, el tratamiento T1 que estuvo compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), y el T2 que estuvo conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, presentaron el mayor porcentaje de estacas con brotes, con el 63 %; mientras que, el tratamiento T0 que estuvo compuesto por estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles y el T8 que estuvo conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1, presentaron el menor porcentaje de estacas con brotes, con el 33 %, lo cual no fue estadísticamente significativo ( $p > 0,05$ ; F: 0,463).

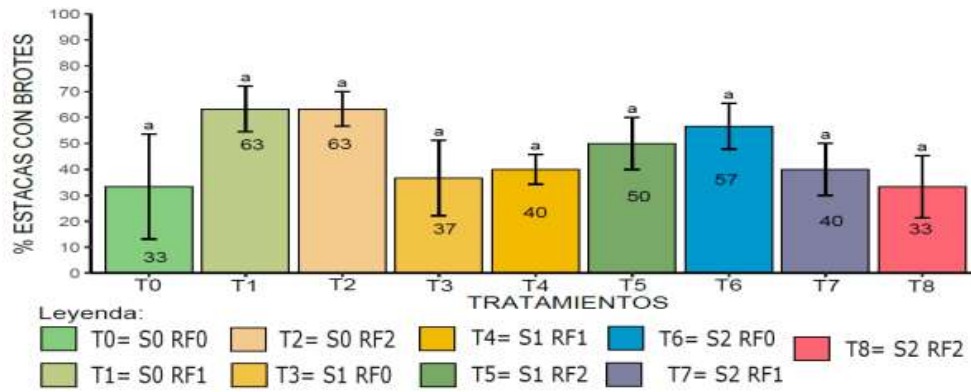


Figura 7. Porcentaje de estacas con brotes, de teca (*Tectona grandis* L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.

### 3.2.3. Número de brotes por estaca

Como se puede ver en la Figura 8, el tratamiento T1 que estuvo compuesto por estacas sumergidas en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, teca (*Tectona grandis* L.), y el T2 que estuvo conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, obtuvieron el mayor número promedio con 0,8 brotes por estaca; mientras tanto, el T0 que estuvo compuesto por estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, presentó el menor número promedio, con 0,4 brotes por estaca. El análisis estadístico realizado sobre el número de brotes por estaca, demostró que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, ( $p > 0,05$ ; F: 0,1659).

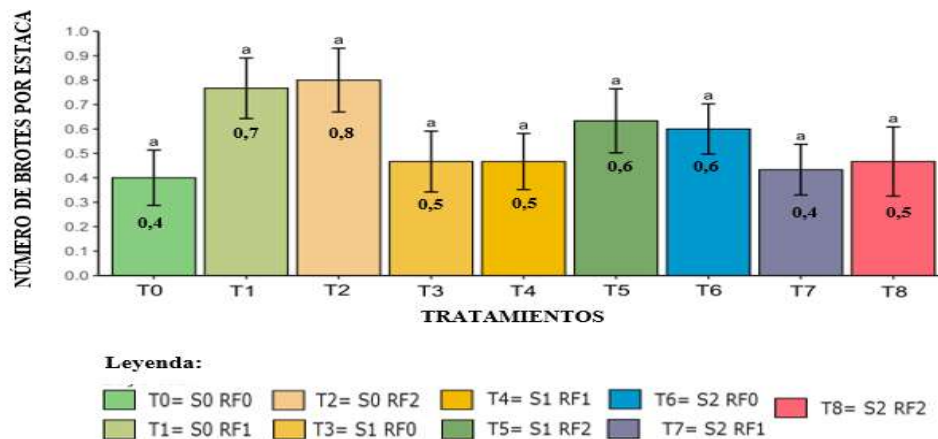


Figura 8. Número de brotes por estaca de teca (*Tectona grandis* L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.

### 3.2.4. Longitud de los brotes

Como se puede ver en la Figura 9, el tratamiento T2 que estuvo conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), presentó la mayor longitud promedio de los brotes con 5,6 cm; mientras tanto, el T0 que estuvo compuesto por estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles, y el T3 que estuvo compuesto por estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota y tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 3:1:2, presentaron la menor longitud promedio de los brotes, con 2,3 cm. La variación de la longitud de los brotes entre los tratamientos fue estadísticamente significativa ( $p < 0,05$ ; F: 0,044).

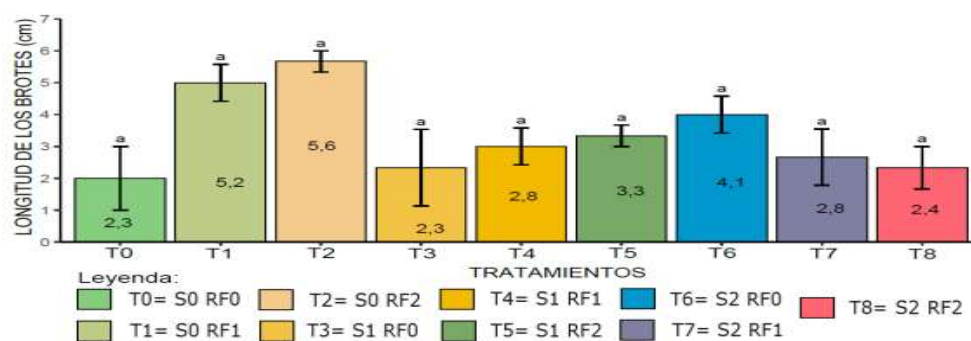


Figura 9. Longitud promedio de los brotes de teca (*Tectona grandis* L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.

### 3.2.5. Porcentaje de enraizamiento

Como se muestra en la Figura 10, el tratamiento T1 en el que se sumergió las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y donde se utilizó el sustrato tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), fue el único tratamiento en el que se evidenció la formación de raíces, a los 60 días alcanzando el 11% y a los 90 días el 17 %, dando un total acumulado de 28 % de estacas con formación de raíces, razón por la cual, no hubo la posibilidad de realizar el análisis estadístico de los datos.



Figura 10. Enraizamiento de estaca de teca (*Tectona grandis* L.), en el vivero: A) a los 60 días de evaluación, B) a los 90 días de evaluación.

### 3.2.6. Porcentaje de estacas con formación de callos

Como se puede ver en la Figura 11, en todos los tratamientos se evidenció la presencia de formación de callos en las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), el tratamiento T6 compuesto por estacas sin el enraizante Raíz Forte de Agrota y tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 1:1:1, alcanzó el mayor porcentaje de estacas con formación de callos, con el 100 %; mientras que, el T5 conformado por estacas sumergidas en una concentración de 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra + arena + materia orgánica, en una proporción 3:1:2, fue el tratamiento en el que se observó el menor porcentaje de estacas con formación de callos, con el 56 %.



Figura 11. Formación de callos en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a los 90 días de evaluación, a nivel de vivero.

### 3.2.7. *Número de raíces por estaca*

El tratamiento T1 en el que se sumergió las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), en una concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y donde se utilizó el sustrato tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), fue el único tratamiento en el que se evidenció la formación de raíces en las estacas, el número de raíces por estaca en dicho tratamiento osciló en un rango mínimo de una raíz, a un máximo de dos raíces. Del 11 % de estacas enraizadas a los 60 días de evaluación, el 5,5 % de estacas presentaron una raíz por estaca y el 5,5 % restante presentó dos raíces por estaca, del 17 % de estacas enraizadas a los 90 días de evaluación, el 17 % de estacas presentaron tan solo una raíz por estaca, por ello no fue posible realizar el análisis estadístico de los datos.

### 3.2.8. *Longitud de raíces de las estacas*

En la Tabla 5 se detalla la longitud de las raíces de las estacas enraizadas, en donde la longitud de las raíces de las estacas de teca (*Tectona grandis* L.), correspondientes al tratamiento T1 (S0 RF1), osciló en un rango mínimo de 0,4 cm, a un máximo de 2 cm y un promedio de 0,2 cm, por ello no fue posible realizar el análisis estadístico de los datos.

Tabla 5. Longitud de las raíces de las estacas de teca (*Tectona grandis* L.) enraizadas, extraídas a los 60 días de evaluación y a los 90 días de evaluación.

Tratamiento	Repetición	Estaca	Longitud (cm) de las raíces a los 60 días	Longitud (cm) de las raíces a los 90 días
T1	R1	3	1,5	-
T1	R2	8	0,7	-
T1	R1	6	-	0,9
T1	R2	2	-	0,4
T1	R3	10	-	2,0

#### 4. Conclusiones

Los métodos de escarificación y tipos de sustratos, no influyeron de manera significativa en la germinación de semillas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero; sin embargo, en el tratamiento testigo, en el que no se utilizó ningún método de escarificación y donde se utilizó el sustrato de tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista, presentó el mayor resultado de germinación con el 70 %.

Durante la evaluación de la germinación de las semillas de teca (*Tectona grandis* L.), se evidenció que los tratamientos en los cuales se utilizó el método de escarificación, semillas sumergidas en agua caliente durante cinco minutos, no presentaron una germinación significativa.

El enraizador comercial Raíz Forte de Agrota, en diferentes concentraciones y los tipos de sustratos, no influyeron de manera significativa en la inducción de brotes en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero. La aplicación de las concentraciones de 2,0 g. L<sup>-1</sup> y 3,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y la utilización del sustrato tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista, correspondientes a los tratamientos T2 y T3, respectivamente, resultaron ser las más efectivas en cuanto a la formación de brotes, por lo que alcanzaron los valores más altos en el porcentaje de brotación, con el 63 %.

El enraizador comercial Raíz Forte de Agrota, en diferentes concentraciones y los tipos de sustratos, no influyeron de manera significativa en la inducción de raíces en estacas de teca (*Tectona grandis* L.), a nivel de vivero. La aplicación de la concentración de 2,0 g. L<sup>-1</sup> del enraizante Raíz Forte de Agrota por 24 horas y tierra bajo el dosel donde crecen los árboles de teca (*Tectona grandis* L.), en la parroquia Buenavista, correspondiente al tratamiento T1, resultó ser la más efectiva en cuanto a la inducción de raíces, por lo que se alcanzó el porcentaje más alto de enraizamiento, con el 28 %.

## 5. Bibliografía

- Burneo, J. (2006) Apoyo a planes nacionales de reforestación ambientalmente amigable. *Corporación de Manejo Forestal Sustentable*.  
<https://comafors.org/ecuador-forestal/pais-privilegiado>
- Camino, C. (2013). Introducción, en Camino, R., Pierre, J. (Eds.), *Las plantaciones de teca en América Latina: Mitos y realidades*, Turrialba, Costa Rica (4-6). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).  
<http://www.ibiologia.unam.mx/gela/tecalibro.pdf>
- Chaves, E. y Fonseca, W. (1991). *Teca, Tectona grandis L. f. Especies de árbol de uso múltiple en américa central*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.  
[https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4173/Teca\\_Tectona\\_grandis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4173/Teca_Tectona_grandis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Herrera, C. (2018). La teca. *Forestal maderero*.  
<https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/teca.html>
- Jiménez, F. y Agramonte, D. (2012). Cultivo *in vitro* y macropropagación como vía de sostenibilidad de la propagación de especies forestales. *Biotecnología Vegetal*, 13(1).  
<https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/89/456>
- Monge, A. (2011). *Tratamientos de temperatura y humedad para incrementar el porcentaje de germinación en semillas de teca (Tectona grandis, Linn. F)*. [Tesis de grado, Universidad de Costa Rica “Rodrigo Facio”].  
<http://www.cigras.ucr.ac.cr/phocadownload/Semillas/Tesis%20documento%20final%20Andres%20Monge%20Vargas.pdf>
- Osuna, H., Osuna, A. y Fierro, A. (2017). *Manual de propagación de plantas superiores*. (1era Ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.  
[https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual\\_plantas.df](https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.df)



- PDOT. (2015). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Buenavista 2015-2020*. <http://www.buenavistaloja.gob.ec/images/PDOT-GAD-BUENAVISTA-2015-2020.pdf>
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Sánchez, J., Japón, A., Muenala, R., Flores, F., Roncal, W., Castillo, J., Loján, L., López, O. y Faicón, S. (2004). Propagación de especies forestales nativas andinas. En Ordoñez et al. (Eds.), *Manejo de semillas forestales nativas de la Sierra Ecuatoriana y Norte del Perú*. Quito, Ecuador. (41-83). Ecopar-Fosefor. <https://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/e606effa485c549aecce70ce68a0b148.pdf>.
- Sánchez, M. y Reyes, C. (2015). Ecuador: Revisión a las principales características del recurso forestal y de la deforestación. *Revista científica y tecnológica UPSE*, 3(1), 41-54. [https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/70/pdf\\_1](https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/70/pdf_1)
- SIN. (2015). *Sistema Nacional de Información*. <https://sni.gob.ec/inicio>
- Vargas, O. (2011). Restauración ecológica: Biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16 (2), 221-246. <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028008017.pdf>

## Anexo 13. Certificado de traducción del resumen del Trabajo de Integración Curricular



Mg. Yanina Quizhpe Espinoza  
Licenciada en Ciencias de Educación mención  
Inglés  
Magister en Traducción y mediación cultural

Celular: +593989805087  
Email: [yaniges@icloud.com](mailto:yaniges@icloud.com)  
Loja, Ecuador 110104

Loja, 28 de noviembre de 2022

Yo, Lic. Yanina Quizhpe Espinoza, con cédula de identidad 1104337553, docente del Instituto de Idiomas de la Universidad Nacional de Loja, y certificada como traductora e interprete en la Senescyt y en el Ministerio de trabajo del Ecuador con registro MDT-3104-CCL-252640, certifico:

Que tengo el conocimiento y dominio de los idiomas español e inglés y que la traducción del resumen de trabajo de integración curricular, **Propagación sexual y asexual de teca, *Tectona grandis* L., en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja**, cuya autoría de la estudiante Fabiola Samanta Romero Pereira, con cédula 1105390270, es verdadero y correcto a mi mejor saber y entender.

Atentamente

YANINA  
BELEN  
QUIZHPE  
ESPINOZA

Firmado  
Digitalmente por  
YANINA BELEN  
QUIZHPE  
ESPINOZA  
Fecha:  
2022.11.28  
18:03:02 -0500

Yanina Quizhpe Espinoza.

**Traductora**

*Full text translator: servicios de traducción*