

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA
REPRODUCCIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE *Tectona grandis*
L. f., EN JAÉN - 2023**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

Autores: Bach. Eddy Yrigoin Neira
Bach. Hitler Jonathan Sánchez Barboza

Asesor: Dr. Cirilo Mario Caira Mamani

**Línea de investigación: Conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos
naturales.**

JAÉN – PERÚ

2026

Eddy Yrigoin Neira Y Hitler Jonathan Sanchez Barb...

EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA REPRODUCCIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE *Tectona grandis* L. f.,...

 Quick Submit
 Quick Submit
 Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3560191017

76 páginas

Fecha de entrega

5 may 2026, 10:12 a.m. GMT-5

11.052 palabras

58.473 caracteres

Fecha de descarga

5 may 2026, 10:48 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

NFORME_FINAL_DE_TESIS_YRIGOIN_Y_SANCHEZ_-_EDDY_YRIGOIN_NEIRA.pdf

Tamaño del archivo

7.8 MB



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

13% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 0% Publicaciones
- 4% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

- Texto oculto**
27 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el 03 de junio del 2026, siendo las 10:00 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado Evaluador designados con Resolución N° 161-2023-UNJ.

Presidente, Dr. Segundo Sánchez Tello

Secretario, Dr. Lupo Leonidas Varas Ponce.

Vocal, Dr. Mario Ruíz Ramos

para evaluar la sustentación del Informe Final de Tesis titulado: "EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA REPRODUCCIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE *Tectona grandis* L. f., EN JAÉN - 2023", cuyos autores son los bachilleres Eddy Yrigoin Neira y Hitler Jonathan Sanchez Barboza, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, teniendo como asesor al Dr. Cirilo Mario Caira Mamani.

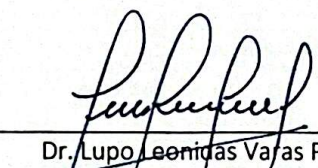
Después de la sustentación y defensa, el Jurado Evaluador acuerda:

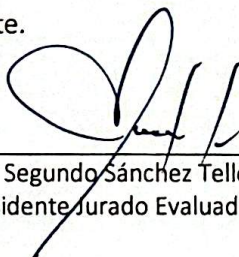
(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

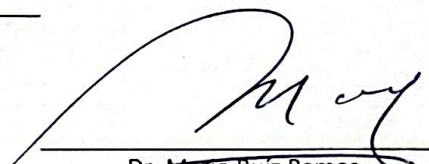
Con la siguiente mención:

Excelente	18, 19, 20	()
Muy bueno	16, 17	()
Bueno	14, 15	(15)
Regular	13	()
Desaprobado	12 o menos	()

Siendo las horas, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Dr. Lupo Leonidas Varas Ponce
Secretario Jurado Evaluador


Dr. Segundo Sánchez Tello
Presidente Jurado Evaluador


Dr. Mario Ruíz Ramos
Vocal Jurado Evaluador

“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

DE LA TESIS (PREGRADO)

Nosotros, **Eddy Yrigoin Neira** identificado con DNI N° **77093881** y **Hitler Jonathan Sanchez Barboza** identificado con DNI N° **71068484**, bachilleres de la carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos Autores del trabajo titulado:

“Evaluación de Tres Tipos de Sustratos en la Reproducción Sexual y Asexual de *Tectona Grandis* l. f., en Jaén - 2023”.

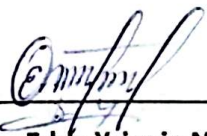
Asesorado por Doctor CIRILO MARIO CAIRA MAMANI.

El mismo que presento bajo la modalidad de **informe final de tesis** para optar; el **Título Profesional de Ingeniero Forestal y Ambiental**.

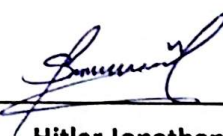
2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 27 de agosto del 2026.


Eddy Yrigoin Neira
DNI: 77093881




Hitler Jonathan Sanchez
Barboza
DNI: 71068484



ÍNDICE

ÍNDICE.....	ii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Situación problemática	10
1.2. Planteamiento del problema	10
1.3. Justificación	11
1.4. Antecedentes de la investigación.....	11
1.5. Objetivos.....	14
II. MATERIAL Y MÉTODOS	15
2.1. Ubicación del estudio	15
2.2. Tipo y diseño de investigación	15
2.3. Población, muestra y muestreo	16
2.4. Hipótesis	17
2.5. Variables	17
2.6. Materiales	17
2.7. Técnicas	18
2.8. Instrumentos	18
2.9. Procedimiento de recolección de datos	18
III. RESULTADOS	21
3.1. Porcentaje de germinación de las semillas de <i>Tectona grandis</i> . L. f.	21
3.2. Tasa de prendimiento de esquejes de <i>Tectona grandis</i> . L. f.	23
3.3. Determinar el mejor tipo de sustrato para reproducción sexual de <i>Tectona grandis</i> . L. f.	25
3.4. Determinar el mejor tipo de sustrato para reproducción asexual de <i>Tectona grandis</i> . L. f.	27

IV.	DISCUSIÓN.....	29
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
5.1.	Conclusiones.....	32
5.2.	Recomendaciones	32
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
	AGRADECIMIENTO.....	36
	DEDICATORIA.....	37
	ANEXOS	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de la evaluación de las semillas botánica por tipo de sustrato	21
Tabla 2. Resultados de la evaluación a la semilla vegetativa por tipo de sustrato	23
Tabla 3. Prueba estadística Anova para germinación de semillas.....	25
Tabla 4. Prueba estadística Shapiro-Wilk para germinación de semillas.....	26
Tabla 5. Prueba estadística Anova para el desarrollo de tallo	26
Tabla 6. Prueba estadística Shapiro-Wilk para el desarrollo de tallo	26
Tabla 7. Prueba estadística Anova para el desarrollo de hojas.....	26
Tabla 8. Prueba estadística Shapiro-Wilk el desarrollo de hojas	27
Tabla 9. Prueba estadística Anova para el desarrollo de brotes	27
Tabla 10. Prueba estadística Shapiro-Wilk para el desarrollo de brotes	27
Tabla 11. Prueba estadística Anova para el desarrollo de estacas.....	28
Tabla 12. Prueba estadística Shapiro-Wilk para el desarrollo de estacas.....	28
Tabla 13. Prueba estadística Anova para el desarrollo de la raíz	28
Tabla 14. Prueba estadística Shapiro-Wilk para el desarrollo de la raíz	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio	15
Figura 2. Diseño experimental utilizado en la propagación sexual	16
Figura 3. Diseño experimental utilizado en la propagación asexual	16
Figura 4. Diseño de la cámara de germinación para la reproducción sexual	18
Figura 5. Diseño de la cámara de germinación para la reproducción asexual.....	20
Figura 6. Porcentaje de semillas germinadas promedio por tipo de sustrato	22
Figura 7. Porcentaje de altura de tallo promedio por tipo de sustrato	22
Figura 8. Porcentaje de número de hojas promedio por tipo de sustrato.....	23
Figura 9. Porcentaje promedio de número de brotes por tipo de sustrato	24
Figura 10. Porcentaje promedio por número estacas prendidas por tipo de sustrato	24
Figura 11. Porcentaje promedio de longitud de raíz por tipo de sustrato	25
Figura 12. Obtención de material biológico	45
Figura 13. Obtención de tierra agrícola	45
Figura 14. Armado de las camas germinadoras.....	47
Figura 15. Armado de las camas germinadoras.....	47
Figura 16. Zarandeo de tierra agrícola.....	49
Figura 17. Zarandeo de arena fina	49
Figura 18. Preparación de sustrato (Tierra+arena+vermiculita).....	50
Figura 19. Colocación de sustratos en las camas germinadoras.....	50
Figura 20. Camas germinadoras	51
Figura 21. Controlador biológico para los sustratos.....	51
Figura 22. Desinfección de sustrato	52
Figura 23. Preparación de controlador biológico para los sustratos.....	52
Figura 24. Siembra de estacas en los diferentes sustratos	54
Figura 25. Siembra de estacas en los diferentes sustratos	54
Figura 26. Siembra de estacas en los diferentes sustratos	55
Figura 27. Siembra de semillas en los diferentes sustratos	55
Figura 28. Siembra de semillas en los diferentes sustratos	56
Figura 29. Siembra de semillas en los diferentes sustratos	56
Figura 30. Evaluación de germinación de semillas en el sustrato 2 (Tierra+arena+hojarasca) a los 5 días.....	58

Figura 31. Evaluación de germinación de semillas en el sustrato 3 (Tierra+arena+vermiculita) a los 5 días	58
Figura 32. Evaluación de germinación de semillas en el sustrato 1 (Tierra+arena+humus) a los 5 días	59
Figura 33. Evaluación de germinación de semillas en el sustrato 2 (Tierra+arena+hojarasca) a los 10 días.....	59
Figura 34. Registro de altura de tallo a los 10 días.....	60
Figura 35. Registro de altura de tallo a los 15 días.....	60
Figura 36. Registro de datos a los 25 días	61
Figura 37. Registro de altura de tallo a los 25 días.....	61
Figura 38. Registro de número de hojas a los 25 días	62
Figura 39. Registro de número de hojas los 40 días	62
Figura 40. Registro de número de hojas a los 60 días	63
Figura 41. Registro de número de brotes a los 15 días.....	63
Figura 42. Registro de número de brotes a los 20 días.....	64
Figura 43. Registro de número de brotes a los 5 días.....	64
Figura 44. Registro de número de brotes a los 25 días.....	65
Figura 45. Registro de número de brotes a los 15 días.....	65
Figura 46. Registro de número de brotes a los 30 días.....	66
Figura 47. Registro de número de brotes a los 35 días.....	66
Figura 48. Registro de número de brotes a los 15 días.....	67
Figura 49. Registro de número de brotes a los 20 días.....	67
Figura 50. Registro de altura de tallo	68
Figura 51. Registro de altura de tallo	69
Figura 52. Registro de altura de tallo	70
Figura 53. Registro de altura de tallo	71
Figura 54. Registro de longitud de raíz	72
Figura 55. Registro de longitud de raíz	73
Figura 56. Registro de longitud de raíz	74
Figura 57. Desarrollo de <i>Tectona grandis</i> L. F. a los 90 días de evaluación.....	75
Figura 58. Desarrollo de <i>Tectona grandis</i> L. F. a los 90 días de evaluación.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables	38
Anexo 3. Registro de fichas	40
Anexo 4. Panel fotográfico de obtención de materiales	44
Anexo 5. Panel fotográfico de construcción de camas germinadoras	46
Anexo 6. Panel fotográfico de preparación y desinfección de sustratos	48
Anexo 6. Panel fotográfico de siembra	53
Anexo 7. Panel fotográfico post siembra	57

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar tres tipos de sustratos en la reproducción sexual y asexual de *Tectona grandis*. L. f., en la provincia de Jaén., se utilizó el método cuantitativo para medir la germinación de las semillas, número de hojas, altura de tallo, número de supervivencia de estacas, número de brotes y longitud radicular; la técnica de observación directa y experimental. Se emplearon 180 semillas y 180 estacas (tres tratamientos y tres repeticiones), distribuidas mediante el diseño completamente al azar (DBCA). Se evaluó el mejor sustrato, porcentaje de prendimiento, longitud de la raíz principal, número de brotes. Los resultados indican que el mejor sustrato es la mezcla de Tierra + Arena + Humus en proporción 2:1:1 con un 60% de germinación en las semillas y un 40% en el prendimiento de las estacas, igual sucede en las demás características evaluadas el sustrato fue Tierra + Arena + Humus fue el más óptimo en la evaluación la cual se realizó en 90 días.

Palabras clave: Propagación sexual y asexual, estacas, semillas, *Tectona grandis*. L. f.

ABSTRACT

The research aimed to evaluate three types of substrates for the sexual and asexual reproduction of *Tectona grandis* L. f. in the province of Jaén. A quantitative method was used to measure seed germination, leaf number, stem height, number of surviving cuttings, number of shoots, and root length; direct observation and experimental techniques were used. One hundred and eighty seeds and 180 cuttings (three treatments and three replicates) were used, distributed using a completely randomized design (CRD). The best substrate was evaluated, including percentage of root take, main root length, and number of shoots. The results indicate that the best substrate is a mixture of soil + sand + humus in a 2:1:1 ratio, with 60% seed germination and 40% root take. The same is true for the other characteristics evaluated. Soil + sand + humus was the most optimal substrate in the evaluation, which was conducted over 90 days.

Keywords: Sexual and asexual propagation, cuttings, seeds, *Tectona grandis* L. f.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problemática

Tectona grandis es una especie forestal importante en el comercio y una de las maderas que más valen en el mundo, ya que posee propiedades físicas excelentes y estéticas. Tiene una gran demanda para aplicaciones especiales como la construcción y pintura de embarcaciones, así como para la producción de muebles y artículos de lujo (Blanco et al, 2014). En la última década se han instalado plantaciones de *Tectona* en América Central, sin embargo el logro de la plantación tiene que ver con la calidad de la planta en el campo definitivo, siendo el manejo del vivero un componente fundamental para obtener plántulas de calidad (Villacis, 2019)

La madera de teca peruana está recibiendo cada vez más atención por sus propiedades y rendimientos superiores; encontrándose plantaciones de *teca* en pequeña escala con fines comerciales, con pocos aportes de la investigación forestal y poca investigación tecnológica (Alvarez, 2019).

El problema situado en el semillero de Landis et Panamerican Woods Plantaton S.A es que alrededor de la tercera semana después del trasplante en probetas, las plántulas muestran signos de deficiencia de micronutrientes, acompañado de necrosis en los bordes de las hojas, de igual forma la clorosis intervenal es muy obvia. (Centeno, 2017)

Tectona grandis L.f. tiene una tasa de germinación muy baja, por lo que no hay una buena regeneración natural y el uso indiferente de la madera, ya que es uno de los tipos de madera más valiosos, lo que hace que existan solo unos pocos ejemplares ya sea como plántulas o como adultos. (Ahumada, 2017).

1.2. Planteamiento del problema

¿Cuál es el mejor sustrato para la reproducción sexual y asexual de *Tectona grandis*? L.f. en Jaén – 2023?

1.3. Justificación

Social. Esta investigación es necesaria porque conociendo el comportamiento de la especie a evaluar se pudo tener una instrucción para poder reproducirla y manejarla forestalmente.

Científica. Porque a nivel local existen pocos estudios de análisis relacionados con el brote y estaquillado de *Tectona grandis*. L.f. Esta investigación servirá como antecedente para que se sigan realizando nuevos aportes al conocimiento científico de propagación. A pesar de la importancia de esta especie, se han realizado relativamente pocas investigaciones sobre el manejo del suelo necesario para establecerla y mantenerla en condiciones sostenibles y productivas. (Fernández, 2014).

1.4. Antecedentes de la investigación

Romero (2025) se plantearon como objetivo utilizar tres tipos de sustratos (tierra bajo el dosel donde crecen los árboles + arena + cascarilla de arroz, en una proporción de 3:1:2 y 1:1:1, respectivamente) en la propagación sexual y asexual de *Tectona grandis* L. Como resultados se observó en cuanto a la propagación sexual, T0 presentó 70% de germinación, seguido de T1 con 67%, iniciando a los 10 días y estabilizándose a los 35 días; estos tratamientos también obtuvieron los promedios más altos para altura de plántula, con 3,1 cm y 3,2 cm, y número de hojas por plántula, con cinco hojas, respectivamente; para la propagación asexual la presencia de brotes en las estacas fue evidente a los 15 días, donde T1 y T2 registraron los valores más altos para las variables: estacas con formación de brotes (63%), brotes por estaca (0,7), longitud de brote (5 cm), y T1 destacó con 28% de enraizamiento. Concluyendo que los métodos de escarificación y los tipos de sustrato no influyeron significativamente en la germinación de las semillas de *Tectona grandis* L., ni la propagación vegetativa, en diferentes concentraciones de enraizamiento y tipos de sustrato, influyó significativamente en la inducción de brotes y raíces en esquejes de *Tectona grandis* L.

Arteaga (2022) se planteó analizar cuatro tipos de sustratos y dos tratamientos pre-germinativos para propagación sexual de balsa (*Ochroma pyramidale* Cav ex. Lam.) Urb. en el vivero Foresllana, provincia de Orellana. Como resultados se obtuvo con el tratamiento T2 con 92,50 %, se obtuvo el 100 % de supervivencia en todos los tratamientos y el T8 fue el que presentó mejores resultados en altura, diámetro del

tallo y número de hojas al final del estudio con promedios de 7,18 cm, 3,09 mm y 6,16 hojas, respectivamente. Concluyendo que un buen sustrato y tratamiento pregerminativo ayudó a la propagación y crecimiento de la balsa.

Guamangate y Orovio (2021) se plantearon como objetivo evaluar la unión de tres sustratos. Como sustratos se utilizaron Aserrín + Fitohormonas, Aserrín + Biol, Cascara de arroz + Fitohormonas, Cascara de arroz + Biol y Tierra de sembrado (Testigo). Como resultado se demostró que el sustrato con cascara de arroz y fitohormonas tuvieron mayor germinación con el 100%, el mismo tratamiento presentó menor tiempo de germinación con 16.24 días desde el día de siembra, con el tratamiento 3 se obtuvo un número mayor de hojas con 5.36, 6.59, 8.48, 9.56 en las edades investigadas, el mayor tamaño se presentó con cascara de arroz y fitohormonas con 16.16, 22.62, 27.94, y 34.39 en las edades investigadas, de igual manera fue para el diámetro de tronco con 0.52, 0.60, 1.15 y 1.32 cm. en las edades investigadas.

Bermúdez y Chóez (2021); usando plántulas como material de siembra, los esquejes se esterilizan estrictamente con amonio cuaternario. Los resultados muestran que el tratamiento óptimo fue con dosis de 500 mg kg⁻¹ ANA(Ácido Naftalen Acético)+ 500 mg kg⁻¹ AIB (Ácido Indol Butírico) y para el tamaño promedio de raíz mayor se alcanzó un 0.85 cm. Se concluyó que aunque se se aplique en dosis menores en propagación vegetativa, se obtienen mejores respuestas tanto en germinación como en enraizamiento.

Bravo (2019), utilizaron dos tipos de sustratos (S1: tamo de arroz + tierra cernida + carbón y S2: tierra de sembrado +harina de roca) y dos tipos de bioles, con un total de cinco (5) tratamiento (T1: sustrato 1 + biol 1 simple, T2: sustrato 1 + biol simple, T3: sustrato 2+ biol 1 simple(compuesto) y T4: sustrato 2 + biol 2 compuesto. Como resultado se demostró una efectividad mayor con el sustrato S2, la germinación empezó el día 8 (7,78) con una tasa de brote de 86,50 %.

Vásquez (2020), se planteó como objetivo principal evaluar cual es el efecto de las enmiendas cálcicas, inorgánicas y orgánicas. Como resultado se obtuvo mayores valores promedio de los parámetros de la teca, en tierras encaladas con aplicación de fertilizante orgánico: Diámetro (28.74 mm), área foliar (2777.17 cm²), altura (113.64 cm), biomasa de hojas (176.55 g) de tallos (82.59 g) y de raíz (82.76 g).

Torres (2018), el objetivo principal fue promover el conocimiento de la valiosa especie forestal *Tectona grandis* con sus reacciones y rasgos morfológicos a la edad de un año, en una zona específica del país; se evaluaron 17 rasgos morfológicos de teca en 34 especies de cuatro fuentes diferentes para determinar su adaptación y diferencias fenotípicas. Como resultados obtuvieron las progenies: Tz020o, Tz020p y Tz070s de Tanzania, CATIE de Costa Rica y 164_11 de Tailandia tuvieron la mejor altura total y diametro a la altura de pecho, con valores por encima de los 5.4 cm y 5.3 cm correspondientemente; en cuanto a la pendiente en zonas de ladera se obtuvieron mejores resultados, frente a las áreas planas; la progenie tailandesa se destaca mejor en términos de la distancia variable entre los nudos y el diámetro de la cubierta foliar.

Zevallos (2017), se planteó como objetivo principal evaluar y aplicar las medidas de restauración a una plantación de teca de 75.1 hectáreas, de las 260 de propiedad de la empresa Amazon Trading Corporation, el sitio de investigación se vio perjudicado en un incendio el cual retrasó el desarrollo de la plantación de la zona, de las plantaciones se evaluo primero la sobrevivencia de individuos para obtener el número de individuos perjudicados(muertos). Como resultado se obtuvo el 89.5% de los árboles que se evaluaron están vivos y no y no se vieron perjudicados significativamente por el fuego.

Castro (2017) se planteó como objetivo evaluar el efecto de la dosificación de la auxina (AIB, Ácido Indolbutírico), en la presencia de brotes y enraizamiento de *Tectona grandis* L.F. (Teca) y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav) Oken (Laurel). Como resultados obtuvieron que el mayor número de brotes se presentó a los 21 días en el tratamiento 1 (T1) (AIB, 1000 ppm) 1,97 número de brotes con 0,90 cm de longitud de raíz para el caso de *Cordia alliodora*; en tanto que para *Tectona grandis* los mejores resultados se dieron en la aplicación de la auxina (AIB, 2000 ppm) con 0,61 número de brotes como promedio y 0,37cm de longitud de raíz mayor, a los 35 días, se observó que la Auxina AIB en concentración de 2000 ppm dio como mejor resultado siendo el promedio de 3,67cm raíces por estaca y 6,50 cm de longitud de raíz mayor para *Tectona grandis* y 7,67cm raíces por estaca, con un tamaño de longitud de 5,17 cm para *Cordia alliodora*.

Mendez (2016) se planteo como objetivo principal establecer el efecto de la fitohormona sobre la reproducción asexual de teca (*Tectona grandis* L. f.) en el vivero

forestal de la UNAS, se usó 480 esquejes de teca., aplicando cinco tratamientos (0, 35, 70, 140 y 210 ml de la fitohormona trihormonal - TRIGGRR) a cada 96 esquejes y se evaluó durante siete meses. Se obtuvo mejores resultados con el T3 (35 ml de TRIGGRR), los menores valores se registró en el T1 (140 ml) y T2 (70 ml).

Ahumada (2017), se planteó como objetivo principal usar 5 tratamientos para establecer el efecto del AG en la germinación de la semilla, los tratamientos fueron: remojo en agua por 24 h (T1), remojo en una concentración de 500 ppm de AG con 1L de agua por 24 h (T2), remojo en una concentración de 1000 ppm de AG con 1L de agua por 24 h (T3), remojo en una concentración de 2000 ppm de AG con 1L de agua por 24 h (T4), siembra sin ningún tratamiento (testigo) (T5). Como resultado se obtuvo una tasa germinación de 37.33%, 42.00% y 55.33% correspondientemente, para los tratamientos de T2, T3, T4; el tratamiento con agua se obtuvo un 40 % de brotes y el testigo un 9.33%.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar tres tipos de sustratos en la reproducción sexual y asexual de *Tectona grandis*. L. f., en la provincia de Jaén.

1.5.2. Objetivos específicos

- Estimar el porcentaje de germinación de las semillas de teca.
- Estimar la tasa de prendimiento de esquejes de *Tectona grandis*.
- Determinar el mejor tipo de sustrato para reproducción sexual de *Tectona grandis*. L. f.
- Determinar el mejor tipo de sustrato para reproducción asexual de *Tectona grandis*. L. f.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del estudio

La investigación se llevó a cabo en una parcela ubicada en la Lotización Monte de los Olivos en la ciudad de Jaén, departamento de Cajamarca.

La provincia de Jaén, está ubicada en la zona Nor-Oriental de Cajamarca, entre los 5°15' y los 6°4' de latitud Sur; y entre los 78° 33' y los 79° 38' de longitud Oeste aproximadamente (Jaén, 2025)

Figura 1. *Ubicación del área de estudio*



Nota: Extraído de Google earth

2.2. Tipo y diseño de investigación

2.2.1. Tipo

Esta investigación es de tipo experimental, porque se realizó un ambiente que tuvo las condiciones que requiera la especie en estudio y de esta forma realizar todos los procedimientos y lograr cada uno de los objetivos planteados.

2.2.2. Diseño

Este estudio tuvo un diseño experimental ya que la variable fue manipulada, independiente (sustratos), la cual fue evaluada para cada tipo de germinación.

- Diseño experimental: Se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres repeticiones para cada sustrato para la reproducción sexual y asexual (Figura 2 y 3)

Figura 2. Diseño experimental utilizado en la propagación sexual

Sustrato 1 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Humus)	Sustrato 3 (50% Tierra + 20% Arena + 30% Vermiculita)	Sustrato 2 (50% Tierra + 30% Arena + 20% Hojarasca)
Sustrato 2 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Hojarasca)	Sustrato 1 (50% Tierra + 30% Arena + 20% Humus)	Sustrato 3 (50% Tierra + 30 % Arena + 20% Vermiculita)
Sustrato 3 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Vermiculita)	Sustrato 2 (50% Tierra + 20% Arena + 30% Hojarasca)	Sustrato 1 (50% Tierra +20 % Arena + 30 % Humus)

Figura 3. Diseño experimental utilizado en la propagación asexual

Sustrato 2 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Hojarasca)	Sustrato 1 (50% Tierra + 30% Arena + 20% Humus)	Sustrato 3 (50% Tierra + 30 % Arena + 20% Vermiculita)
Sustrato 3 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Vermiculita)	Sustrato 2 (50% Tierra + 20% Arena + 30% Hojarasca)	Sustrato 1 (50% Tierra +20 % Arena + 30 % Humus)
Sustrato 1 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Humus)	Sustrato 3 (50% Tierra + 20% Arena + 30% Vermiculita)	Sustrato 2 (50% Tierra + 30% Arena + 20% Hojarasca)

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

La población estuvo conformada por 1 kg de semilla de *Tectona grandis* y 5 árboles de *Tectona grandis*, de las cual se recolecto el material biológico el cual fue utilizado para realizar la investigación.

2.3.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 180 semillas, 20 semillas para sustrato 1 (Tierra + Arena + Humus), 20 semillas para sustrato 2 (Tierra + Arena + Hojarasca), 20 semillas para sustrato 3 (Tierra + Arena + Vermiculita) y tres repeticiones para cada sustrato; y 180 estacas, 20 estacas para sustrato 1 (Tierra + Arena + Humus), 20 estacas para sustrato 2 (Tierra + Arena + Hojarasca), 20 estacas para sustrato 3 (Tierra + Arena + Vermiculita) y tres repeticiones para cada sustrato.

2.3.3. Muestreo

Se aplicó el muestreo no probabilístico – por selección intencionada. Se seleccionaron aquellas semillas que presenten buen estado fitosanitario, eliminando toda impureza y semillas afectadas por plagas y/o enfermedades.

2.4. Hipótesis

El sustrato tierra, arena y humus (2:1:1) brinda mejores resultados para la propagación sexual y asexual.

2.5. Variables

2.5.1. Variable dependiente

Tipo de germinación

2.5.2. Variable independiente

Tipos de sustratos

2.5.3. Operacionalización de variables

Se presenta en el anexo N° 1.

2.6. Materiales

- Tierra
- Humus
- Hojarasca
- Vermiculita
- Madera
- Plástico
- Clavos
- Martillo
- Palanas
- Wincha
- Semillas (*Tectona grandis*)
- Estacas (*Tectona grandis*)
- Lapiceros
- Papel bond
- Laptops

2.7. Técnicas

La técnica que se utilizó es la observación, mediante la cual se registró el proceso de desarrollo de los diferentes tratamientos aplicados en condiciones de vivero.

2.8. Instrumentos

Se utilizaron hojas de control en campo, para el registro del porcentaje de germinación, porcentaje de enraizamiento, número de hojas, altura de tallo entre otra información necesaria para esta investigación.

2.9. Procedimiento de recolección de datos

2.9.1. Reproducción sexual

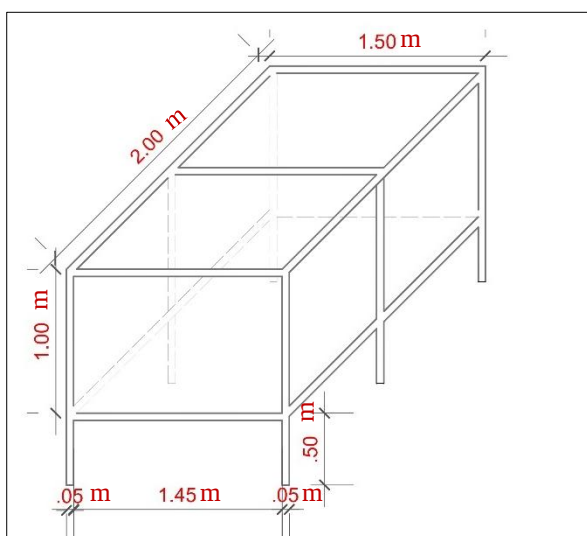
Etapas 1: Obtención del material biológico.

Se compró 1kg de semillas de *Tectona grandis* provenientes de una fuente semillera.

Etapas 2: Construcción de cámara para germinación.

Se realizó la construcción de las cámaras para generar un clima distinto al externo que nos facilite regular luz, temperatura y humedad, esta cámara fue construida con madera y circulada con plástico con las medidas que se muestra en la figura N°4.

Figura 4. Diseño de la cámara de germinación para la reproducción sexual



Etapas 3: Preparación y desinfección de sustratos.

Preparación

Se realizó la preparación de los sustratos en proporción 2:1:1, sustrato 1 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Humus), sustrato 2 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Hojarasca), sustrato 3 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Vermiculita); se realizó tres repeticiones por tipo de sustrato y para cada repetición se realizó 20 semillas.

Desinfección

Esta acción tiene como propósito eliminar huevos y larvas de insectos, prevenir ataque de hongos, eliminar semillas de malezas. Se realizó un controlador biológico.

Etapas 4: Selección y siembra de semillas.

Se seleccionaron las semillas que estuvieron en condiciones óptimas para ser sembradas.

Etapas 5: Determinación de porcentaje de germinación

Se registro la cantidad de plantas que han germinado, para después proceder a calcular el porcentaje de germinación por tipo de sustrato.

Etapas 6: Evaluación y registro de lo observado.

Se registró datos posteriores a la germinación como el tamaño de la planta, diámetro de tallo, número de hojas.

Etapas 7: Identificación del mejor tipo de sustrato.

Después de realizado en análisis del comportamiento de las semillas con cada sustrato se procedió a la evaluación para ver cuál es sustrato óptimo para la reproducción sexual.

2.9.2. Reproducción asexual

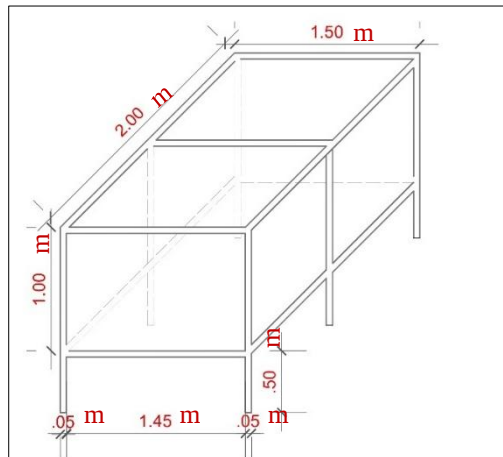
Etapas 1: Obtención del material biológico.

En esta primera etapa se obtuvo las estacas de *Tectona grandis* provenientes de una fuente semillera.

Etapas 2: Construcción de cámara para germinación.

Se realizó la construcción de la cámara para generar un clima distinto al externo que nos facilite regular luz, temperatura y humedad, esta cámara fue construida con madera y circulada con plástico con las medidas que se muestra en la figura N°5.

Figura 5. Diseño de la cámara de germinación para la reproducción asexual



Etapa 3: Preparación y desinfección de sustratos.

Preparación

Se realizó la preparación de los sustratos en proporción 2:1:1, sustrato 1 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Humus), sustrato 2 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Hojarasca), sustrato 3 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Vermiculita); se realizará tres repeticiones por tipo de sustrato y para cada repetición se utilizará 20 semillas.

Desinfección

Esta acción tiene como propósito eliminar huevos y larvas de insectos, prevenir ataque de hongos, eliminar semillas de malezas. Se realizará un control químico con Fungicida Risolex.

Etapa 4: Selección y siembra de estacas.

Se seleccionaron las estacas obtenidas que se encuentren condiciones óptimas para luego realizar el sembrado.

Etapa 5: Determinación de porcentaje de enraizado

Se registró la cantidad de brotes, número de raíces para después proceder a calcular el porcentaje de enraizado de la fuente semillera.

Etapa 6: Evaluación y registro de lo observado.

Se registró datos posteriores al estaquillado como cuantos brotes salieron, número de hojas, número de raíces.

Etapa 7: Identificación del mejor tipo de sustrato.

Después de realizado en análisis del comportamiento de las estacas con cada sustrato se procedió a la evaluación para ver cuál es sustrato óptimo para la reproducción sexual.

III. RESULTADOS

3.1. Porcentaje de germinación de las semillas de *Tectona grandis*. L. f.

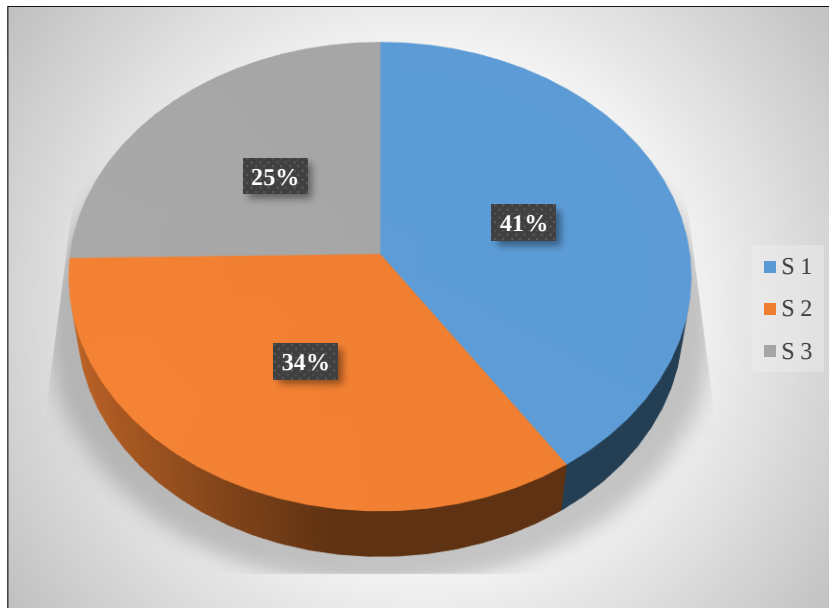
La tabla 1 muestra los resultados obtenidos de la evaluación a las semillas botánica sustrato, donde el sustrato Tierra+arena+humus obtuvo mayores semillas germinadas; por el contrario, los sustratos a base de Tierra+arena+hojarasca y Tierra+arena+vermiculita no se obtuvieron buenos resultados ya que de las 20 semillas sembradas para cada sustrato solo ente 10 y 5 semillas.

Tabla 1. Resultados de la evaluación de las semillas botánica por tipo de sustrato

Proporción	Característica	Sustrato 1 (Humus)	Sustrato 2 (Hojarasca)	Sustrato 3 (Vermiculita)
R1 (50% Tierra + 25% Arena + 25%)	N° de semillas germinadas	15	13	10
	altura de plántula	24.7	22.2	18.1
	número de hojas	12	10	8
R2 (50% Tierra + 30% Arena + 20%)	N° de semillas germinadas	12	10	8
	altura de plántula	22	20.4	14.9
	número de hojas	12	10	11
R3 (50% Tierra + 20 % Arena + 30 %)	N° de semillas germinadas	10	8	5
	altura de plántula	23.9	20.2	14.2
	número de hojas	10	10	8

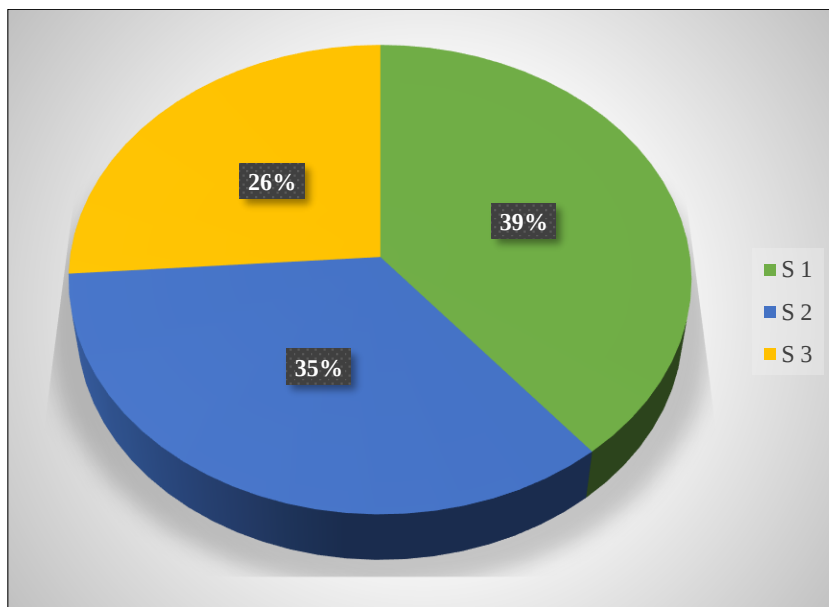
Nota: Sustrato 1(Tierra + Arena+ Humus), Sustrato 2(Tierra + Arena+ Hojarasca), Sustrato 1(Tierra + Arena+ Vermiculita).

Figura 6. Porcentaje de semillas germinadas promedio por tipo de sustrato



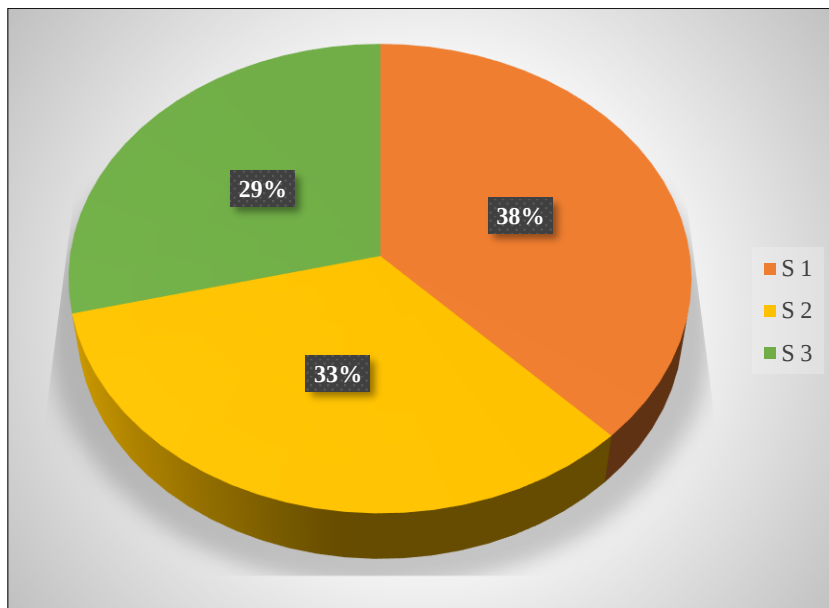
Nota: Se presenta el promedio de semillas germinadas por tipo de sustrato, en ella se evidencia que, el S1 es mejor sustrato para la germinación de las semillas con un 41% de semillas germinadas y el sustrato más desfavorable es el S3 con solo el 25% semillas germinadas.

Figura 7. Porcentaje de altura de tallo promedio por tipo de sustrato



Nota: Se presenta el promedio de altura de tallo por tipo de sustrato, en ella se evidencia que, el S1 es mejor sustrato para el desarrollo del tallo con un 39% y el sustrato más desfavorable es el S3 con solo el 26% para esta característica evaluada.

Figura 8. Porcentaje de número de hojas promedio por tipo de sustrato



Nota: Se presenta el promedio de número de hojas por tipo de sustrato, en ella se evidencia que, el S1 es mejor sustrato para el desarrollo de las hojas con un 38% y el sustrato más desfavorable es el S3 con solo el 29% para esta característica evaluada.

3.2. Tasa de prendimiento de esquejes de *Tectona grandis*. L. f.

La tabla 2 muestra que el sustrato Tierra+arena+humus obtuvo mayor cantidad de número de brotes por estaca promedio; por el contrario, los sustratos a base de Tierra+arena+hojarasca y Tierra+arena+vermiculita no se obtuvieron buenos resultados ya que va disminuyendo con cada sustrato.

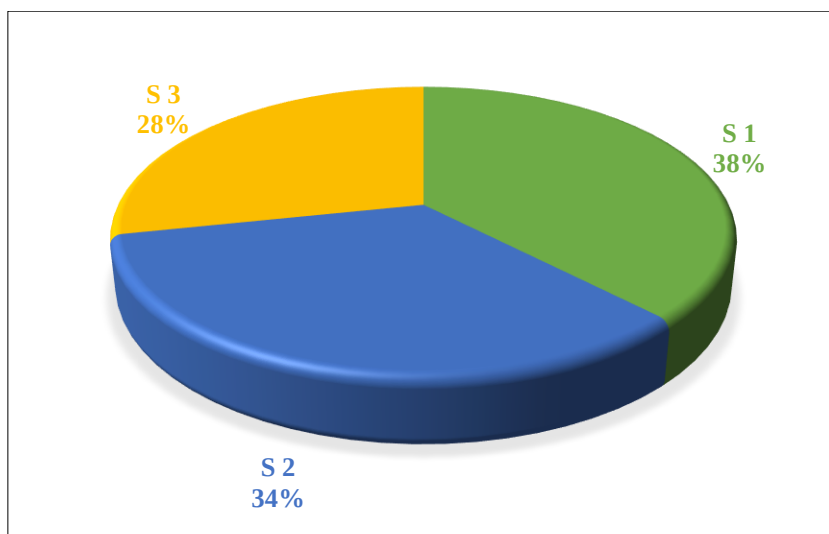
Tabla 2. Resultados de la evaluación a la semilla vegetativa por tipo de sustrato

Proporción	Característica	Sustrato 1 (Humus)	Sustrato 2 (Hojarasca)	Sustrato 3 (Vermiculita)
R1 (50% Tierra + 25% Arena + 25%)	N° de brotes	7	6	5
	por estaca			
	% de supervivencia	10	7	5
	Longitud de raíz	18	15	13
R2 (50% Tierra + 30% Arena + 20%)	N° de brotes	7	5	4
	por estaca			
	% de supervivencia	8	6	3
	Longitud de raíz	19	16	14

R3 (50% Tierra +20 % Arena + 30 %)	N° de brotes por estaca	7	6	5
	% de supervivencia	8	7	1
	Longitud de raíz	18	15	13

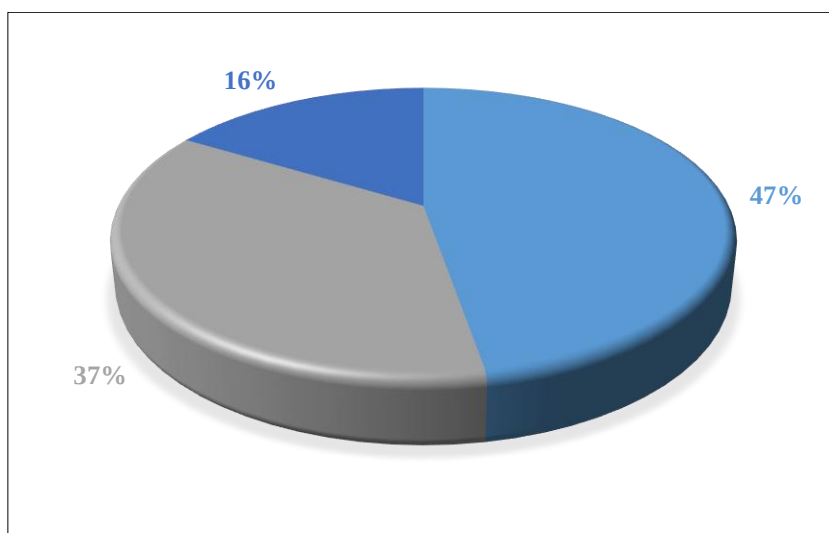
Nota: S1(Tierra+arena+humus), S2(Tierra+arena+hojarasca, S3(Tierra+arena+vermiculita)

Figura 9. Porcentaje promedio de número de brotes por tipo de sustrato



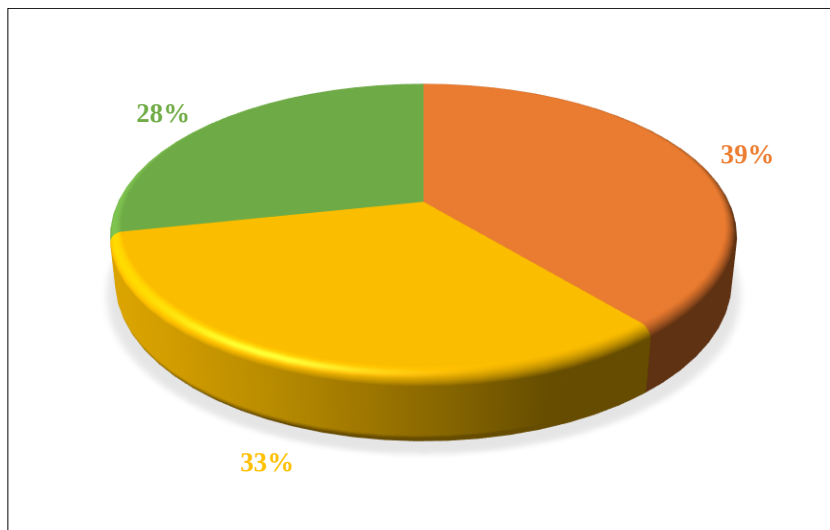
Nota: Se muestra el porcentaje de brotes promedio por tipo de sustrato en ella se evidencia que, el S1 es mejor sustrato para el número de brotes con un promedio del 38% y el sustrato más desfavorable es el S3 con un promedio de 28%.

Figura 10. Porcentaje promedio por número estacas prendidas por tipo de sustrato



Nota: Se muestra el porcentaje de número de estacas prendidas promedio por tipo de sustrato en ella se evidencia que, el S1 es mejor sustrato para el prendimiento con un promedio del 47% y el sustrato más desfavorable es el S3 con un promedio del 16%.

Figura 11. Porcentaje promedio de longitud de raíz por tipo de sustrato



Nota: Se muestra el porcentaje promedio de longitud de raíz por tipo de sustrato en ella se evidencia que, el S1 es mejor sustrato para el desarrollo de la raíz con un promedio del 39% y el sustrato más desfavorable es el S3 con un promedio del 28%.

3.3. Determinar el mejor tipo de sustrato para reproducción sexual de *Tectona grandis*. L. f.

El análisis estadístico ANOVA realizado para la germinación de semillas la cual se realizó con la finalidad de establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, la interpretación de estos resultados indica que, debido a que el valor de Alpha (0.05) es menor que P valor (0.15403389) indicado en la Tabla N°3, estadísticamente no existen diferencias significativas entre los valores comparados.

Tabla 3. Prueba estadística Anova para germinación de semillas

Fuente error	SC	g.l	CM	F	F tabla	p-valor
Sustrato	32.89	2	16.444	2.5965	5.14325285	0.15403389
Error	38	6	6.3333			
Total	70.89	8				

Tabla 4. Prueba estadística Shapiro-Wilk para germinación de semillas

	S 1	S 2	S 3
W-stat	0.96263413	0.96263413	0.96263413
p-value	0.79547414	0.79547414	0.79547414
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	Si	Si	Si

Nota: S1(Tierra+arena+humus), S2(Tierra+arena+hojarasca, S3(Tierra+arena+vermiculita)

El análisis estadístico ANOVA realizado para el desarrollo del tallo la cual se realizó con la finalidad de establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, la interpretación de estos resultados indica que, debido a que el valor de Alpha (0.05) es mayor que P valor (0.00252552) indicado en la Tabla N°5, estadísticamente sí existen diferencias significativas entre los valores comparados.

Tabla 5. Prueba estadística Anova para el desarrollo de tallo

Fuente error	SC	g.l.	CM	F	F tabla	p valor
Sustrato	94.64	2	47.32	19.029	5.14325285	0.00252552
Error	14.92	6	2.4867			
Total	109.6	8				

Tabla 6. Prueba estadística Shapiro-Wilk para el desarrollo de tallo

	S 1	S 2	S 3
W-stat	0.95527399	0.88303333	0.91959613
p-value	0.74917529	0.35175322	0.53468538
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	Si	Si	Si

Nota: S1(Tierra+arena+humus), S2(Tierra+arena+hojarasca, S3(Tierra+arena+vermiculita)

El análisis estadístico ANOVA realizado para el desarrollo de hojas la cual se realizó con la finalidad de establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, la interpretación de estos resultados indica que, debido a que el valor de Alpha (0.05) es mayor que P valor (0.04483844) indicado en la Tabla N°7, estadísticamente sí existen diferencias significativas entre los valores comparados.

Tabla 7. Prueba estadística Anova para el desarrollo de hojas

Fuente error	SC	g.l.	CM	F	F tabla	p valor
Sustrato	10.89	2	5.4444	5.4444	5.14325285	0.04483844
Error	6	6	1			
Total	16.89	8				

Tabla 8. Prueba estadística Shapiro-Wilk el desarrollo de hojas

	S 1	S 2	S 3
W-stat	0.82829642	0.82829642	0.82829642
p-value	0.16340319	0.16340319	0.16340319
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	Si	Si	Si

Nota: S1(Tierra+arena+humus), S2(Tierra+arena+hojarasca, S3(Tierra+arena+vermiculita)

3.4. Determinar el mejor tipo de sustrato para reproducción asexual de *Tectona grandis*. L. f.

El análisis estadístico ANOVA realizado para el desarrollo de brotes en las estacas la cual se realizó con la finalidad de establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, la interpretación de estos resultados indica que, debido a que el valor de Alpha (0.05) es mayor que P valor (0.015625) indicado en la Tabla N°9, estadísticamente sí existen diferencias significativas entre los valores comparados.

Tabla 9. Prueba estadística Anova para el desarrollo de brotes

Fuente Error	SC	g.l	CM	F	F tabla	p-valor
Sustrato	6	2	3	9	5.14325285	0.015625
Error	2	6	0.3333			
Total	8	8				

Tabla 10. Prueba estadística Shapiro-Wilk para el desarrollo de brotes

	S 1	S 2	S 3
W-stat	0.82829642	0.82829642	0.82829642
p-value	0.16340319	0.16340319	0.16340319
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	Si	Si	Si

Nota: S1(Tierra+arena+humus), S2(Tierra+arena+hojarasca, S3(Tierra+arena+vermiculita)

El análisis estadístico ANOVA realizado para el prendimiento de estacas la cual se realizó con la finalidad de establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, la interpretación de estos resultados indica que, debido a que el valor de Alpha (0.05) es mayor que P valor (0.0064485) indicado en la Tabla N°11, estadísticamente sí existen diferencias significativas entre los valores comparados.

Tabla 11. Prueba estadística Anova para el desarrollo de estacas

Fuente Error	SC	g. l	CM	F	F tabla	p-valor
Sustrato	49.56	2	24.778	13.118	5.14325285	0.0064485
bloques	11.33	6	1.8889			
Total	60.89	4				

Tabla 12. Prueba estadística Shapiro-Wilk para el desarrollo de estacas

	S 1	S 2	S 3
W-stat	0.82829642	0.82829642	0.94448768
p-value	0.16340319	0.16340319	0.68187011
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	Si	Si	Si

Nota: S1(Tierra+arena+humus), S2(Tierra+arena+hojarasca, S3(Tierra+arena+vermiculita)

El análisis estadístico ANOVA realizado para el desarrollo radicular de las estacas la cual se realizó con la finalidad de establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, la interpretación de estos resultados indica que, debido a que el valor de Alpha (0.05) es mayor que P valor (0.000125) indicado en la Tabla N°13, estadísticamente sí existen diferencias significativas entre los valores comparados.

Tabla 13. Prueba estadística Anova para el desarrollo de la raíz

Fuente Error	SC	g. l	CM	F	F tabla	p-valor
Sustrato	38	2	19	57	5.14325285	0.000125
bloques	2	6	0.3333			
Total	40	4				

Tabla 14. Prueba estadística Shapiro-Wilk para el desarrollo de la raíz

	S 1	S 2	S 3
W-stat	0.82829642	0.82829642	0.82829642
p-value	0.16340319	0.16340319	0.16340319
alpha	0.05	0.05	0.05
normal	Si	Si	Si

Nota: S1(Tierra+arena+humus), S2(Tierra+arena+hojarasca, S3(Tierra+arena+vermiculita)

IV. DISCUSIÓN

Luego de haber desarrollado el primer objetivo específico, el cual consistió en estimar el porcentaje de germinación de las semillas, altura de tallo y número de hojas de *Tectona grandis* L. f., se ha obtenido como resultados que el sustrato 1 es mejor sustrato para la germinación de las semillas con un 41%, seguido del sustrato 2 con 34% de semillas germinadas y el sustrato más desfavorable es el tercer sustrato con solo el 25% semillas germinadas; para la altura de tallo el sustrato 1 es mejor sustrato con un 39%, seguido del sustrato 2 con un 35%, y el sustrato más desfavorable es el tercer sustrato con solo el 26%; para el número de hojas el sustrato 1 resultó ser mejor para el desarrollo de las hojas con un 38%, seguido del sustrato 2 con un 33% y el sustrato más desfavorable es el sustrato 3 con solo el 29%. Estos resultados son comparados con los que se obtuvieron en otras investigaciones como la que realizó Romero (2025) que obtuvo en cuanto a la propagación sexual, T0 presentó 70% de germinación, seguido de T1 con 67%, iniciando a los 10 días y estabilizándose a los 35 días; estos tratamientos también obtuvieron los promedios más altos para altura de plántula, con 3,1 cm y 3,2 cm, y número de hojas por plántula, con cinco hojas, respectivamente. También con la que realizaron Guamangate y Orovio (2021) que obtuvo que el sustrato con cascara de arroz y fitohormonas tuvieron mayor germinación con el 100%, con el tratamiento 3 se obtuvo un número mayor de hojas con 5.36, 6.59, 8.48, 9.56 en las edades investigadas, el mayor tamaño se presentó con cascara de arroz y fitohormonas con 16.16 cm, 22.62 cm, 27.94 cm, y 34.39 cm. Con la que realizó Bermúdez y Chóez (2021) que obtuvo que el tratamiento optimo fue con dosis de 500 mg kg⁻¹ ANA(Ácido Naftalen Acético)+ 500 mg kg⁻¹ AIB (Ácido Indol Butírico) y para el tamaño promedio de raíz mayor se alcanzó un 0.85 cm. Por último con la que realizó Bravo (2019) que observó una efectividad mayor con el sustrato S2, la germinación empezó el día 8 (7,78) con una tasa de brote de 86,50 %.

Con respecto al segundo objetivo específico, el cual consistió en evaluar el números de brotes, estimar la tasa de prendimiento de esquejes y la longitud de la raíz de *Tectona grandis* L. f., se ha obtenido como resultados para el número de brotes que el sustrato 1 es mejor sustrato con un promedio del 38%, seguido del sustrato 2 con un 34% y el sustrato más desfavorable es el tercer sustrato con un promedio de 28%; para el prendimiento de estacas el sustrato 1 es mejor sustrato con un promedio del 47%, seguido del sustrato 2 con un 37% y el sustrato más desfavorable es el tercer sustrato con un promedio de 16%; para el desarrollo de la raíz el sustrato 1 es mejor sustrato con un promedio del 39%, seguido del

sustrato 2 con un 33% y el sustrato más desfavorable es el tercer sustrato con un promedio de 28%. Estos resultados son comparados con los que se obtuvieron en otras investigaciones como la que realizó Ahumada (2017) los resultados mostraron tasas de germinación del 37.33%, 42.00% y 55.33% para los tratamientos T2, T3 y T4, respectivamente. Para el tratamiento con agua se observó un 40% de brotes, mientras que para el grupo control (testigo) se registró un 9.33%. También con la que realizó Romero (2025) que observó para la propagación asexual la presencia de brotes en las estacas fue evidente a los 15 días, donde T1 y T2 registraron los valores más altos para las variables: estacas con formación de brotes (63%), brotes por estaca (0,7), longitud de brote (5 cm), y T1 destacó con 28% de enraizamiento. Por último con la que realizó Castro (2017) que observó para *Tectona grandis* los mejores resultados se dieron en la aplicación de la auxina (AIB, 2000 ppm) con 0,61 número de brotes como promedio y 0,37cm de longitud de raíz mayor, a los 35 días, se observó que la Auxina AIB en concentración de 2000 ppm dio como mejor resultado siendo el promedio de 3,67cm raíces por estaca y 6,50 cm de longitud de raíz mayor para *Tectona grandis*.

Con respecto al tercer objetivo específico, el cual consistió en determinar el mejor tipo de sustrato para reproducción sexual de *Tectona grandis*. L. f., se ha obtenido como resultados que el sustrato uno fue el más óptimo tanto para la germinación de las semillas, número de hojas y altura de tallo, el sustrato más desfavorable fue el sustrato tres con el que se obtuvo menor germinación de semillas, número de hojas y altura de tallo. Estos resultados son comparados con los que se obtuvieron en otras investigaciones como la que realizó Arteaga (2022) que observó que con el tratamiento T2 con 92,50 %, se obtuvo el 100 % de supervivencia en todos los tratamientos y el T8 fue el que presentó mejores resultados en altura, diámetro del tallo y número de hojas al final del estudio con promedios de 7,18 cm, 3,09 mm y 6,16 hojas. También con la que realizó Bravo (2019), que obtuvo como resultado se demostró una efectividad mayor con el sustrato S2 con una tasa de brote de 86,50 %. Por último, con la que realizó Vásquez (2020) que observó con aplicación de fertilizante orgánico: Diámetro (28.74 mm), área foliar (2777.17 cm²), altura (113.64 cm), biomasa de hojas (176.55 g) de tallos (82.59 g) y de raíz (82.76 g).

Con respecto al cuarto objetivo específico, el cual consistió en determinar el mejor tipo de sustrato para reproducción asexual de *Tectona grandis*. L. f., se ha obtenido como resultados que el sustrato uno fue el más óptimo tanto para la supervivencia de estacas, número de brotes y longitud de raíz, el sustrato más desfavorable fue el sustrato tres con el

que se obtuvo menor para la supervivencia de estacas, número de brotes y longitud de raíz. Estos resultados son comparados con los que se obtuvieron en otras investigaciones como la que realizó Bermúdez y Chóez (2021) que observó que aunque se se aplique en dosis menores en propagación vegetativa, se obtienen mejores respuestas tanto en germinación como en enraizamiento. También con la que realizó Mendez (2016) que obtuvo como resultados más favorables se observaron con el tratamiento T3 (35 ml de TRIGGRR), mientras que los valores más bajos se registraron en los tratamientos T1 (140 ml) y T2 (70 ml). Por último, con la que realizó Arteaga (2022) que un buen sustrato y tratamiento pregerminativo ayudó a la propagación y crecimiento de la balsa.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El mejor sustrato para la reproducción sexual de *Tectona grandis*. L. f., en la germinación de semillas fue el sustrato uno con un 41% de germinación, el segundo sustrato obtuvo una germinación del 34% y el tercer sustrato obtuvo un 25% de germinación.

El mejor sustrato para la reproducción asexual de *Tectona grandis*. L. f., en la supervivencia de estacas fue el sustrato uno con un 47% de supervivencia, el segundo sustrato obtuvo una supervivencia del 37% y el tercer sustrato obtuvo un 16% de supervivencia.

En el análisis estadístico realizado si existen diferencias significativas en los tratamientos para número de hojas, altura de tallo, porcentaje de supervivencia, número de brotes y longitud radicular, en todos los tratamientos se observa que el sustrato óptimo es el sustrato uno (Tierra+Arena+Humus).

5.2. Recomendaciones

A los futuros investigadores realizar otros tratamientos pre germinativos a la semilla como por ejemplo escarificación para acelerar la germinación.

A los investigadores y tomadores de decisiones utilizar tierra agrícola + arena + humus en composiciones de 2:1:1, en la propagación sexual y asexual de *Tectona grandis* L. f. buscando obtener los mejores resultados en los parámetros evaluados.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroliner. (2017). *Agroliner Agricultura Avanzada*. Obtenido de <https://agroliner.es/la-importancia-de-la-desinfeccion-en-los-suelos-agricolas/>
- Ahumada Rondón, A. J. (2017). *Propagación sexual de Tectona grandis L.f. usando concentraciones de ácido giberélico*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1716>
- Alvarez Lozano, R. R. (2019). *Caracterización físico - mecánica de la madera de Teca tectona grandis L.f. proveniente de una plantación en Chanchamayo - Perú*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4947>
- Arteaga Carrasco, M. J. (2022). *Análisis de cuatro sustratos y dos tratamientos pre-germinativos para propagación sexual de (balsa) Ochroma pyramidale (Cav ex. Lam.) Urb. en el vivero Foresllana, provincia de Orellana*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Archivo digital. Obtenido de <https://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/18207>
- Bermúdez Marcillo, A. B., & Chóez Chávez, D. A. (2021). *Propagación vegetativa de estaquillas de Tectona grandis Linn f. mediante la combinación de hormonas de enraizamiento*. Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2940>
- Bioenergy, G. (s.f.). *¿Qué son los sustratos?* Obtenido de <https://geniabioenergy.com/que-son-los-sustratos/>
- Blanco Flórez, J., Fernando Trugilho, P., Tarcisio Lima, J., Gherardi Hein, P. R., & Moreira da Silva, J. R. (2014). Caracterización de la madera joven de *Tectona grandis* L. f. plantada en Brasil. *Madera y bosques*, 20(1), 11-20.
- Bravo Choez, A. A. (2019). *Germinación y crecimiento inicial de Tectona grandis L.F.(Teca) y Gmelina orbea Roxb. (Melina) con dos tipos de sustratos y dos tipos de bioles en el Cantón Quevedo*. Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5507>

- Castro Castro, S. R. (2017). *Propagación asexual por estaquillas aplicando auxinas en vivero de Cordia alliodora (Ruiz y Pav) y Tectona grandis L.F.* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Archivo digital. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/875>
- Centeno Campos, R. E. (2017). *Definición un protocolo de riego y fertilización en la fase de aclimatación en plántulas de teca (Tectona grandis L.F) en el invernadero de Panamerican Woods Plantations S.A, en Nandayure, Guanacaste.* Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/9397>
- Fernández Moya, J. (2014). *Gestión de la fertilidad de suelos y la nutrición de plantaciones de teca (Tectona grandis L.f.) en América Central.* Tesis de postgrado, Universidad Politécnica de Madrid. Obtenido de <https://oa.upm.es/30870/>
- González Heredia, W. F. (2004). *Manual para productores de Teca (Tectona grandis L. f) en Costa Rica.* Costa Rica. Obtenido de <https://www.fonafifo.go.cr/media/1332/manual-para-productores-de-teca.pdf>
- Guamangate Pastuña, Y. M., & Orovio Indio, D. P. (2021). *Tres tipos de sustrato en la germinación de las plantas de teca (Tectona grandis Linn F.) en el recinto Chipe Hamburgo 2.* Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7740>
- Jaén, C. (Diciembre de 2025). *Conociendo Jaén.* Obtenido de Provincia de Jaén: <https://conociendojaen.pe/ubicacion-geografica-y-relieve/>
- Luque, S. L. (Julio de 2020). *Suministros Agrícolas Luque.* Obtenido de <https://www.suministrosagricolasluque.com/que-es-el-sustrato-de-cultivo/>
- Mendez Morales, N. (2016). *Efecto de fitohormonas en la propagación vegetativa de tectona grandis l. f. “teca” en el vivero forestal de la UNAS.* Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1368>
- Pérez Porto, J., & Gardey, A. (28 de Enero de 2022). *Vivero - Qué es, elementos, definición y concepto.* Obtenido de Vivero - Qué es, elementos, definición y concepto: <https://definicion.de/vivero/>

- Romero Pereira, F. S. (2025). *Propagación sexual y asexual de teca, Tectona grandis L., en la parroquia Buenavista, cantón Chaguarpamba, provincia de Loja*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Archivo digital. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/25840>
- Semarnat. (2007). *Instituto Nacional de Ecología t Cambio Climático*. Obtenido de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/21/anexos.html>
- Torres Medina, M. M. (2018). *Descripción morfológica de progenies de teca (Tectona grandis) de diferentes procedencias, a un año de instalado en campo definitivo, en Puerto Inca - Huánuco*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3584>
- Vásquez Gonzales, M. M. (2020). *Efecto de enmiendas cálcicas, inorgánicas y orgánicas en el crecimiento del cultivo de teca (Tectona grandis L.f) en condiciones de campo en la región San Martin*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1872>
- Villacis-Vargas, J. K. (2019). *Evaluación de la germinación y crecimientode Teca (Tectona grandis) de cuatro fuentes semilleras*. [Tesis de pregrado, Escuela Agrícola Panamericana]. Archivo digital. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ca93841b-767d-4d8a-abf3-293888e3c838/content>
- Zevallos Vera, C. A. (2017). *Evaluación del mantenimiento de una plantación de Teca (Tectona grandis) en Iñapari - MDD - Perú*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3461>

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios, a mis padres y mis hermanos por brindarme siempre su apoyo para poder cumplir este logro. Agradecer a mi asesor de tesis, por el apoyo brindado, su sabiduría, paciencia constante y por su confianza en mí que me impulsó a seguir adelante. De igual manera agradecer a la Universidad Nacional de Jaén, y todos los docentes que fueron parte de nuestra formación profesional.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que han sido una parte fundamental en este logro alcanzado.

Eddy Yrigoin Neira

A Dios, por ser mi guía constante, por fortalecerme en cada paso y brindarme la fe y las oportunidades necesarias para llegar hasta este momento. Al cerrar esta etapa tan importante en mi vida, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte fundamental de este logro.

A mis padres, por su amor sin condiciones, por estar a mi lado en los momentos más difíciles y por enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo y la constancia. Este sueño no habría sido posible sin ustedes. A mis abuelos, por su experiencia, ternura y entereza, que han sido siempre una fuente de motivación. Gracias por cada palabra de aliento y cada gesto que me recordó mis raíces y el camino que deseo seguir. A mis tíos, por su apoyo incondicional, su presencia constante, sus sabios consejos y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mis docentes y asesor, por su dedicación, paciencia y compromiso, y por guiarme en este proceso de crecimiento académico y personal.

A mis amigos, por compartir conmigo tanto los momentos de alegría como los desafíos, y por acompañarme con su afecto a lo largo de este viaje. Gracias a cada uno de ustedes por ser parte de este logro, que también les pertenece.

Hitler Jonathan Sánchez Barboza

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro principalmente a mis padres y hermanos, por su apoyo incondicional, por siempre creer en mí y por nunca dejarme solo, siempre fueron mi ejemplo a seguir y a mejorar cada día, tanto en mi vida personal como profesional. Y también de forma especial quiero dedicar este logro a mi hijo porque es mi inspiración y motivación a seguir creciendo cada día como persona y profesional.

Eddy Yrigoin Neira

A mi padre, Elmer Sánchez Cubas, que desde el cielo me guía con su luz. Tu recuerdo vive en cada paso que doy. Gracias por sembrar en mí la fortaleza, la bondad y el amor que hoy me sostienen. Este logro también es tuyo, papá.

A mis abuelos, pilares de sabiduría y ternura, que con sus historias, abrazos y silencios me enseñaron el valor del esfuerzo y la humildad. Gracias por ser raíz, refugio y ejemplo.

A mis padres, cuyo amor incondicional, sacrificios silenciosos y fe inquebrantable me sostuvieron en cada caída y celebraron cada paso. Este logro es tan mío como de ustedes. Gracias por enseñarme a nunca rendirme y por creer en mí incluso cuando yo no lo hacía.

A mis tíos, por su apoyo constante, sus palabras de aliento y ese cariño que siempre me hizo sentir acompañado. Gracias por ser parte de esta travesía con tanto amor y cercanía.

Hitler Jonathan Sánchez Barboza

ANEXOS

Anexo 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tipo de variables	Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Instrumentos de evaluación
Independiente	Tipos de sustrato	Son materiales sólidos distintos del suelo que tienen la función de sustituirlo y permitir el anclaje y crecimiento adecuado del sistema radicular de las plantas (Bioenergy, s.f.) • Reproducción sexual	• Porcentaje de tierra, humus, hojarasca y vermiculitas utilizados como sustrato • Porcentaje de germinación de la semilla de <i>Tectona grandis</i>.	• Porcentaje (%) de cada sustrato. • Numero de semillas germinadas	• Acondicionamiento en la cámara de germinación.
Dependiente	Tipo de germinación	Son las plantas producidas a partir de semillas (González, 2004) • Reproducción asexual Son las plantas producidas mediante el uso material vegetativo (tocones y esquejes) (González, 2004).	• Tiempo promedio de germinación de semillas de <i>Tectona grandis</i> • Porcentaje de supervivencia de estacas de <i>Tectona grandis</i> • Tiempo promedio de supervivencia de semillas de <i>Tectona grandis</i>	• Porcentaje de germinación. • Porcentaje de supervivencia • Velocidad de enraizado de las estacas	• Ficha de toma de datos en campo. • Hoja de cálculo Excel.

Anexo 2. REGISTRO DE FICHAS

Días a evaluar			N° de semillas	D-5	D-10	D-15	D-20	D-25	D-30	D-35	D-40	D-45	D-50	D-55	D-60	D-65	D-70	D-75	D-80	D-85	D-90
Sustrato 1 Tierra+ Arena + Humus	R1 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Humus)	N° de semillas germinadas	20	0	3	5	7	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		altura de plantula		0	1.6	3	4.3	6.2	7.6	8.9	12	13.5	14.9	16.7	18	19.6	20.8	21.2	22.4	23.5	24.7
		numero de hojas		0	2	2	4	4	4	6	6	6	8	8	8	10	10	10	12	12	12
	R2 (50% Tierra + 30% Arena + 20% Humus)	N° de semillas germinadas	20	0	2	5	9	9	9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
		altura de plantula		0	1.4	2.7	4.1	5.9	7.3	8.5	10.7	12.4	13.8	14.8	15.6	17.2	18.7	19.6	20.4	21.3	22
		número de hojas		0	2	2	2	4	4	4	6	6	6	8	8	8	10	10	10	12	12
	R3 (50% Tierra +20 % Arena + 30 % Humus)	N° de semillas germinadas	20	0	4	6	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		altura de plantula		0	1.2	3.5	4.2	5.9	7.2	8.1	9.9	10.7	12.2	13.1	14.8	16.1	17.9	19.2	20.9	22.1	23.9
		numero de hojas		0	2	2	2	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8	10	10	10

Días a evaluar			N° de semillas	D-5	D-10	D-15	D-20	D-25	D-30	D-35	D-40	D-45	D-50	D-55	D-60	D-65	D-70	D-75	D-80	D-85	D-90
Sustrato 2 Tierra+ Arena + Hojarasca	R1 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Hojarasca)	N° de semillas germinadas	20	0	2	5	7	10	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
		altura de plantula		0	1.1	2.3	3.4	5.1	6.9	8.2	9.3	10.1	11.3	12.7	14.1	15.9	17.2	18.9	20.2	21.3	22.2
		numero de hojas		0	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8	10
	R2 (50% Tierra + 20% Arena + 30% Hojarasca)	N° de semillas germinadas	20	0	3	6	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		altura de plantula		0	0.9	1.8	2.5	3.8	4.7	6.1	7.9	9.1	11.4	13.3	14.5	15.9	17.2	18.6	19.2	19.9	20.4
		numero de hojas		0	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	10	10
	R3 (50% Tierra + 30% Arena + 20% Hojarasca)	N° de semillas germinadas	20	0	1	3	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		altura de plantula		0	0.8	1.7	2.9	4.1	5.8	7.2	8.9	9.2	10.2	11.6	12.3	13.9	15.2	17.1	18.8	19.2	20.2
		numero de hojas		0	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	10	10	10

Días a evaluar			N° de semillas	D-5	D-10	D-15	D-20	D-25	D-30	D-35	D-40	D-45	D-50	D-55	D-60	D-65	D-70	D-75	D-80	D-85	D-90
Sustrato 3 Tierra+ Arena + Vermiculita	R1 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Vermiculita)	N° de semillas germinadas	20	0	3	5	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
		altura de plantula		0	0.8	1.3	2.2	3.6	4.7	5.9	7.1	8.7	9.6	10.8	11.7	12.3	14.8	15.3	16.8	17.1	18.1
		numero de hojas		0	2	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8
	R2 (50% Tierra + 20% Arena + 30% Vermiculita)	N° de semillas germinadas	20	0	1	3	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
		altura de plantula		0	0.7	1.5	2.6	3.3	4.1	5.2	6.1	7.2	8.5	9.2	9.9	10.5	11.6	12.7	13.1	13.8	14.9
		numero de hojas		0	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8	11
	R3 (50% Tierra + 30 % Arena + 20% Vermiculita)	N° de semillas germinadas	20	0	1	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		altura de plantula		0	0.8	1.2	2.1	2.9	3.6	4.2	5.7	6.8	7.4	8.3	9.4	10.1	10.9	11.7	12.4	13.4	14.2
		numero de hojas		0	2	2	2	2	2	4	4	4	4	6	6	6	6	8	8	8	8

Días a evaluar			N° de estacas	D-5	D-10	D-15	D-20	D-25	D-30	D-35	D-40	D-45	D-50	D-55	D-60	D-65	D-70	D-75	D-80	D-85	D-90
Sustrato 1 Tierra+ Arena + Humus	R1 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Humus)	N° de brotes por estaca	20	0	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7
		% de supervivencia		0	2	5	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	R2 (50% Tierra + 30% Arena + 20% Humus)	N° de brotes por estaca	20	0	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7
		% de supervivencia		0	3	5	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	R3 (50% Tierra +20 % Arena + 30 % Humus)	N° de brotes por estaca	20	0	1	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	7
		% de supervivencia		0	2	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Días a evaluar			N° de estacas	D-5	D-10	D-15	D-20	D-25	D-30	D-35	D-40	D-45	D-50	D-55	D-60	D-65	D-70	D-75	D-80	D-85	D-90
Sustrato 2 Tierra+ Arena + Hojarasca	R1 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Hojarasca)	N° de brotes por estaca % de supervivencia	20	0	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	5	6	6
				0	1	2	4	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	R2 (50% Tierra + 20% Arena + 30% Hojarasca)	N° de brotes por estaca % de supervivencia	20	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
				0	1	2	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	R3 (50% Tierra + 30% Arena + 20% Hojarasca)	N° de brotes por estaca % de supervivencia	20	0	1	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6
				0	1	2	3	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Días a evaluar			N° de estacas	D-5	D-10	D-15	D-20	D-25	D-30	D-35	D-40	D-45	D-50	D-55	D-60	D-65	D-70	D-75	D-80	D-85	D-90
Sustrato 3 Tierra+ Arena + Vermiculita	R1 (50% Tierra + 25% Arena + 25% Vermiculita)	N° de brotes por estaca % de supervivencia	20	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5
				0	0	2	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	R2 (50% Tierra + 20% Arena + 30% Vermiculita)	N° de brotes por estaca % de supervivencia	20	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
				0	0	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	R3 (50% Tierra + 30 % Arena + 20% Vermiculita)	N° de brotes por estaca % de supervivencia	20	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5
				0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Anexo 3. PANEL FOTOGRÁFICO DE OBTENCIÓN DE MATERIALES

Figura 12. *Obtención de material biológico*



Figura 13. *Obtención de tierra agrícola*



**Anexo 4. PANEL FOTOGRÁFICO DE CONSTRUCCIÓN DE CAMAS
GERMINADORAS**

Figura 14. *Armado de las camas germinadoras*



Figura 15. *Armado de las camas germinadoras*



**Anexo 5. PANEL FOTOGRÁFICO DE PREPARACIÓN Y DESINFECCIÓN DE
SISTRATOS**

Figura 16. Zarandeo de tierra agrícola



Figura 17. Zarandeo de arena fina



Figura 18. Preparación de sustrato (Tierra+arena+vermiculita)



Figura 19. Colocación de sustratos en las camas germinadoras



Figura 20. Camas germinadoras



Figura 21. Controlador biológico para los sustratos



Figura 22. Desinfección de sustrato



Figura 23. Preparación de controlador biológico para los sustratos



Anexo 6. PANEL FOTOGRÁFICO DE SIEMBRA

Figura 24. *Siembra de estacas en los diferentes sustratos*



Figura 25. *Siembra de estacas en los diferentes sustratos*



Figura 26. *Siembra de estacas en los diferentes sustratos*



Figura 27. *Siembra de semillas en los diferentes sustratos*



Figura 28. *Siembra de semillas en los diferentes sustratos*



Figura 29. *Siembra de semillas en los diferentes sustratos*



Anexo 7. PANEL FOTOGRÁFICO POST SIEMBRA

Figura 30. Evaluación de germinación de semillas en el sustrato 2 (Tierra+arena+hojarasca) a los 5 días



Figura 31. Evaluación de germinación de semillas en el sustrato 3 (Tierra+arena+vermiculita) a los 5 días

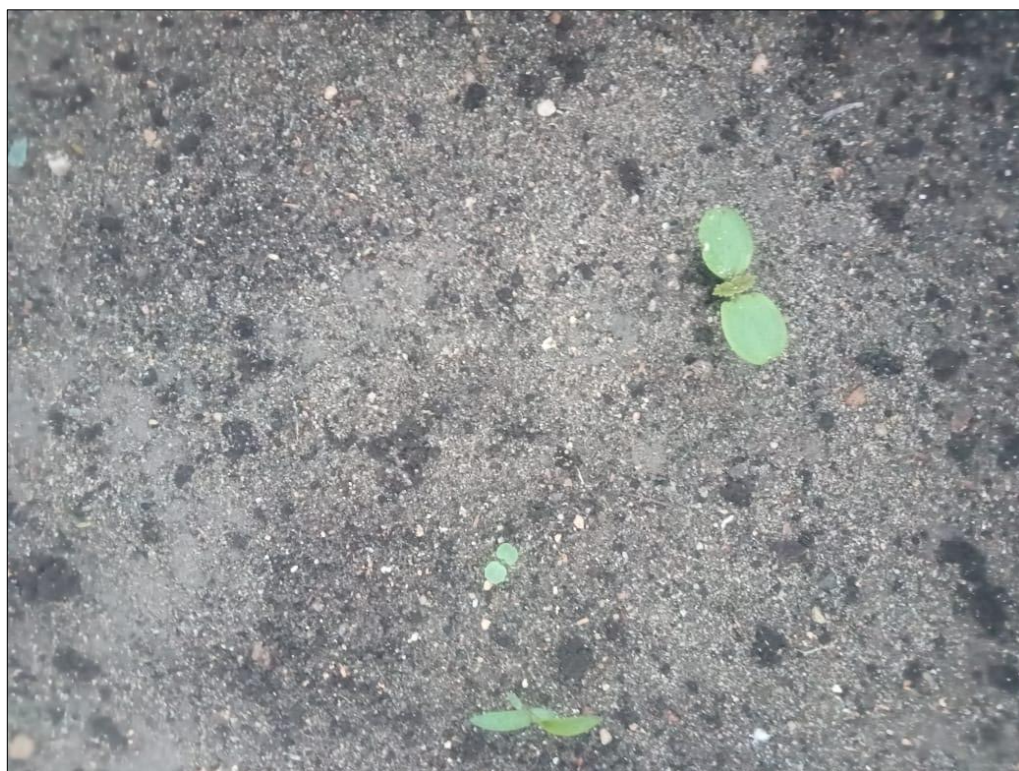


Figura 32. *Evaluación de germinación de semillas en el sustrato 1 (Tierra+arena+humus) a los 5 días*



Figura 33. *Evaluación de germinación de semillas en el sustrato 2 (Tierra+arena+hojarasca) a los 10 días*



Figura 34. Registro de altura de tallo a los 10 días



Figura 35. Registro de altura de tallo a los 15 días



Figura 36. Registro de datos a los 25 días



Figura 37. Registro de altura de tallo a los 25 días



Figura 38. Registro de número de hojas a los 25 días



Figura 39. Registro de número de hojas los 40 días



Figura 40. Registro de número de hojas a los 60 días



Figura 41. Registro de número de brotes a los 15 días



Figura 42. Registro de número de brotes a los 20 días



Figura 43. Registro de número de brotes a los 5 días



Figura 44. Registro de número de brotes a los 25 días



Figura 45. Registro de número de brotes a los 15 días



Figura 46. Registro de número de brotes a los 30 días



Figura 47. Registro de número de brotes a los 35 días



Figura 48. Registro de número de brotes a los 15 días



Figura 49. Registro de número de brotes a los 20 días



Figura 50. *Registro de altura de tallo*



Figura 51. *Registro de altura de tallo*



Figura 52. *Registro de altura de tallo*



Figura 53. *Registro de altura de tallo*



Figura 54. *Registro de longitud de raíz*



Figura 55. *Registro de longitud de raíz*



Figura 56. *Registro de longitud de raíz*



Figura 57. Desarrollo de *Tectona grandis* L. F. a los 90 días de evaluación



Figura 58. Desarrollo de *Tectona grandis* L. F. a los 90 días de evaluación

