



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS PARA LA
PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Swietenia macrophylla* King (CAOBA)
EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO CANTÓN MORONA
PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA:

KARINA YAMILE YARI HEREDIA

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS PARA LA
PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Swietenia macrophylla* King (CAOBA)
EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO CANTÓN MORONA
PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: KARINA YAMILE YARI HEREDIA

DIRECTORA: Ing. VILMA FERNANDA NOBOA SILVA MSc.

Riobamba - Ecuador

2022

© 2022, **Karina Yamile Yari Heredia**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Karina Yamile Yari Heredia, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 02 de diciembre de 2022

Karina Yamile Yari Heredia

1400782775

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación **EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS PARA LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Swietenia macrophylla* King (CAOBA) EN LA PARROQUIA GENERAL PROAÑO CANTÓN MORONA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO.**, realizado por la señorita: **KARINA YAMILE YARI HEREDIA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Miguel Angel Gualpa Calva, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2022-12-02
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MSc. DIRECTORA DE TRABAJO DEL INTEGRACIÓN CURRICULAR	_____	2022-12-02
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda ASESOR DEL TRABAJO DEL INTEGRACIÓN CURRICULAR	_____	2022-12-02

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación con mucho cariño y esfuerzo a mis padres Narcisa y Hugo por todo el apoyo que me brindaron, a mi hermana Ruth por estar siempre en todo momento conmigo y a mi abuelita Laura el pilar fundamental de mi vida.

Karina

AGRADECIMIENTO

Al finalizar este trabajo que significa cumplir un objetivo en mi vida solo puedo agradecer a todos los que estuvieron a mi lado apoyándome, motivándome y aconsejándome en los momentos más difíciles de este duro y largo camino. A mi papa que siempre me demuestra que con mucha fuerza de voluntad y dedicación las cosas son posibles a mi madre por ser la mujer fuerte y valiente que a pesar de todas las adversidades día a día sigue estando a mi lado apoyándome incondicionalmente.

A mi abuelita Laura una de las personas que más que siempre me ha protegido y apoyado con sus consejos, amor y sabiendo siempre escucharme, a mi hermana Ruth que es como mi segunda madre siempre conmigo a pesar de todo lo que hemos tenido que pasar y a mi tía María de los Ángeles que nunca dudo de mí y de lo que podía lograr.

Un fraterno y entero agradecimiento a cada uno del docente que me brindaron sus conocimientos y enseñanzas durante mi vida universitaria que serán para pieza fundamental para mi vida profesional y a mi tribunal Ing. Vilma Noboa y al Ing. Eduardo Salazar por toda su paciencia y ayuda en este arduo trabajo de investigación.

Finalmente agradezco a mis amigos Antonella y Jairo los que con su incondicionalidad siempre estuvieron en todo momento formando un gran equipo de apoyo y confianza en este difícil y largo camino transcurrido. A mis compañeros de aula y amigos con los que formamos lazos de confianza en el transcurso de nuestra carrera para sacar adelante cada una de las materias.

Karina

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE ILUTRACIONES	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Limitaciones y delimitaciones.....	2
1.2.1. <i>Limites</i>	2
1.2.2. <i>Delimitaciones</i>	2
1.3. Problema General de Investigación	2
1.4. Problemas específicos de investigación.....	3
1.5. Objetivos.....	3
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	3
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.6. Justificación.....	3
1.6.1. <i>Justificación Teórica</i>	3
1.6.2. <i>Justificación Metodológica</i>	4
1.6.3. <i>Justificación Práctica</i>	5
1.7. Hipótesis	5
1.7.1. <i>Nula</i>	5
1.7.2. <i>Alterna</i>	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
2.1. Antecedentes de investigación	6
2.2. Referencias teóricas.....	6
2.2.1. <i>CITES</i>	6
2.2.2. <i>Legislación forestal</i>	7
2.2.2.1. <i>Arboles con aprovechamiento condicionado</i>	7

2.2.3.	COA	8
2.2.4.	Swietenia macrophylla King (caoba ahuano)	9
2.2.4.1.	<i>Generalidades</i>	9
2.2.4.2.	<i>Comportamiento de la Swietenia macrophylla King</i>	9
2.2.5.	Distribución ecológica	9
2.2.6.	Regeneración natural	10
2.2.7.	Descripción botánica	10
2.2.8.	Taxonomía de Swietenia macrophylla King (caoba ahuano)	11
2.2.9.	Fenología de la caoba	11
2.2.9.1.	<i>Floración</i>	11
2.2.9.2.	<i>Fructificación y producción de semillas</i>	12
2.2.9.3.	<i>Semillas de Swietenia macrophylla King (caoba ahuano)</i>	12
2.2.9.4.	<i>Recolección</i>	13
2.2.10.	Dispersión de Swietenia macrophylla King	13
2.2.11.	Valor económico de Swietenia macrophylla King (caoba ahuano)	13
2.2.12.	Usos de la caoba Swietenia macrophylla King (caoba ahuano)	14
2.2.13.	Vivero	14
2.2.13.1.	<i>Viveros permanentes</i>	14
2.2.13.2.	<i>Viveros temporales</i>	15
2.2.14.	Propagación	15
2.2.14.1.	<i>Propagación sexual</i>	15
2.2.15.	Condiciones para la propagación	15
2.2.15.1.	<i>Temperatura</i>	15
2.2.15.2.	<i>Características del sustrato</i>	16
2.2.16.	Sustratos	16
2.2.17.	Funciones de los sustratos	17
2.2.17.1.	<i>Componentes más habituales de los sustratos</i>	17
2.2.17.2.	<i>Tipos de sustratos</i>	18
2.2.17.3.	<i>Arena de río</i>	18
2.2.17.4.	<i>Tierra</i>	18
2.2.17.5.	<i>Abono orgánico</i>	18
2.2.18.	Sustratos para viveros	18
2.2.19.	Labores culturales	19
2.2.19.1.	<i>Siembra de Swietenia macrophylla King (caoba ahuano)</i>	19
2.2.19.2.	<i>Riego</i>	19
2.2.19.3.	<i>Los objetivos del riego son</i>	20

2.2.19.4.	<i>Deshierbe</i>	20
2.2.20.	<i>Germinación de las semillas de Swietenia macrophylla (caoba ahuano)</i>	20
2.2.21.	<i>Plagas y enfermedades presentes en viveros</i>	20
2.2.21.1.	<i>Damping-off</i>	21
2.2.22.	<i>Variables</i>	21
2.2.22.1.	<i>Diámetro de cuello (DAC) de la plántula.</i>	21
2.2.22.2.	<i>Altura.</i>	22

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	23
3.1.	Enfoque de la investigación.	23
3.2.	Nivel de investigación	23
3.3.	Diseño de la investigación	23
3.3.1.	<i>Análisis estadísticos</i>	23
3.3.1.1.	<i>Distribución de ensayo</i>	23
3.3.2.	<i>Análisis</i>	24
3.4.	Tipo de estudio	25
3.5.	Método técnicas e instrumentos de investigación	25
3.5.1.	<i>Caracterización del lugar</i>	25
3.5.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	26
3.5.3.	<i>Características climatológicas</i>	26
3.5.4.	<i>Clasificación ecológica</i>	26
3.6.	Materiales y equipos	26
3.6.1.	<i>Materiales campo</i>	26
3.6.2.	<i>Equipos de campo</i>	27
3.6.3.	<i>Materiales de oficina</i>	27
3.6.4.	<i>Insumos</i>	27
3.7.	Metodología	27
3.7.1.	<i>Para el cumplimiento del primer objetivo: Evaluar el desarrollo vegetativo de la especie Swietenia macrophylla King en condiciones de vivero sometidas a distintos tratamientos.</i>	27
3.7.1.1.	<i>Instalación y construcción del vivero temporal.</i>	27
3.7.1.2.	<i>Semillas.</i>	27
3.7.1.3.	<i>Preparación del sustrato y enfundado</i>	28
3.7.1.4.	<i>Desinfección</i>	28
3.7.1.5.	<i>Tratamientos pre germinativos</i>	28

3.7.1.6.	<i>Siembra</i>	29
3.7.1.7.	<i>Prácticas culturales</i>	29
3.7.1.8.	<i>Riego</i>	29
3.7.1.9.	<i>Deshierbe</i>	29
3.7.1.10.	<i>Toma de datos</i>	29
3.7.2.	<i>Porcentaje de germinación</i>	29
3.7.3.	<i>Supervivencia de plantas</i>	30
3.7.4.	<i>Cumplimiento del segundo objetivo: Determinar el mejor sustrato para la propagación sexual de Swietenia macrophylla King.</i>	30
3.7.4.1.	<i>Hojas verdaderas</i>	30
3.7.4.2.	<i>Diámetro de cuello de la plántula (DAC)</i>	30
3.7.4.3.	<i>Altura de la planta</i>	30
3.7.4.4.	<i>Registro (número de hojas, diámetro de cuello, altura)</i>	31
3.7.4.5.	<i>Diseño experimental</i>	31

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	32
4.1.	Cumplimiento del primer objetivo: Evaluar el desarrollo vegetativo de la especie <i>Swietenia macrophylla</i> King en condiciones de vivero sometidas a distintos tratamientos.	32
4.1.1.	<i>Porcentaje de geminación</i>	32
4.1.2.	<i>Porcentaje de supervivencia de plantas</i>	33
4.2.	Cumplimiento del segundo objetivo: Determinar el mejor sustrato para la propagación sexual de <i>Swietenia macrophylla</i> King.	34
4.2.1.	<i>Altura, DAC de la plántula y número de hojas a los 15 días de germinación</i>	34
4.2.1.1.	<i>Altura</i>	34
4.2.1.2.	<i>DAC de la plántula</i>	35
4.2.1.3.	<i>Numero de hojas 15 días</i>	36
4.2.2.	<i>Altura, DAC y número a los 30 días de germinación.</i>	37
4.2.2.1.	<i>Altura</i>	37
4.2.2.2.	<i>DAC de la plántula 30 días</i>	38
4.2.2.3.	<i>Numero de hojas a los 30 días</i>	39
4.2.3.	<i>Altura, DAC y número a los 45 días de germinación.</i>	40
4.2.3.1.	<i>Altura a los 45 días</i>	40
4.2.3.2.	<i>DAC de la plántula a los 45 días</i>	41
4.2.3.3.	<i>Numero de hojas a los 45 días</i>	42

4.3. <i>Discusión de resultados</i>	47
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Especies con aprovechamiento condicionado.	8
Tabla 2-2:	Taxonomía <i>Swietenia macrophylla</i> King	11
Tabla 3-3:	Sustratos utilizados.....	24
Tabla 4-4:	Distribución del ensayo de campo.....	24
Tabla 5-4:	Porcentaje de Germinación.....	32
Tabla 6-4:	Prueba de medias de Tukey al 5%	32
Tabla 7-4:	Análisis de Varianza para la Germinación	33
Tabla 8-4:	Porcentaje de Supervivencia.....	33
Tabla 9-4:	Prueba de medias tukey al 5% supervivencia.....	33
Tabla 10-4:	Análisis de Varianza porcentaje de supervivencia	34
Tabla 11-4:	Altura a los 15 días de germinación	34
Tabla 12-4:	Separación de medias tukey al 5% altura 15 días.....	35
Tabla 13-4:	Análisis de varianza, altura a los 15 días.....	35
Tabla 14-4:	Diámetro de altura de cuello de la plántula 15 días.....	35
Tabla 15-4:	Separación de medias Tukey al 5% DAC de la plántula 15 días.....	36
Tabla 16-4:	Análisis de Varianza DAC de la plántula 15 días	36
Tabla 17-4:	Número de hojas a los 15 días.....	36
Tabla 18-4:	Separación de medias tukey 5% número de hojas.....	37
Tabla 19-4:	Análisis de Varianza Número de hojas 15 días.	37
Tabla 20-4:	Altura de la plántula 30 días.....	37
Tabla 21-4:	Separación de medias tukey% altura 30 días.....	38
Tabla 22-4:	Análisis de Varianza Altura 30 días	38
Tabla 23-4:	Diámetro de altura de cuello a los 30 días.....	38
Tabla 24-4:	Separación de medias tukey 5% DAC de la plántula a los 30 días	39
Tabla 25-4:	Análisis de la varianza, el diámetro de altura de cuello a los 30 días.....	39
Tabla 26-4:	Número de hojas a los 30 días.....	39
Tabla 27-4:	Separación de medias tukey al 5% Número de hojas.....	40
Tabla 28-4:	Análisis de la varianza, número de hojas a los 30 días.....	40
Tabla 29-4:	Altura a los 45 días.....	40
Tabla 30-4:	Separación de medias Tukey 5% Altura a los 45 días.....	41
Tabla 31-4:	Análisis de varianza, el crecimiento en altura a los 45 días.	41
Tabla 32-4:	Diámetro de altura de la plántula 45 días	41
Tabla 33-4:	Separación de medias tukey al 5% DAC 45 días	42

Tabla 34-4: Análisis de varianza, el diámetro de altura de cuello a los 45 días.....	42
Tabla 35-4: Altura 45 días	42
Tabla 36-4: Separación de medias tukey 5% número de hojas a los 45 días	43
Tabla 37-4: Análisis de la varianza, el número de hojas los 45 días.....	43

ÍNDICE DE ILUTRACIONES

Ilustración 1-3:	Ubicación Geográfica del Ensayo.....	25
Ilustración 2-4:	Altura 15,30 y 45	44
Ilustración 3-4:	DAC de la plántula 15, 30 y 45 días.....	45
Ilustración 4-4:	Numero de hojas 15, 30 y 45 días.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CRECIMIENTO EN ALTURA A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO B:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN ALTURA A 15 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO C:** DATOS DEL DIAMETRO DE ALTURA DE CUELLO DE LA PLANTULA A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN
- ANEXO D:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA EL DIAMETRO DE ALTURA DE LA PLANTULA A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO E:** DATOS DEL NÚMERO DE HOJAS A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO F:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN NÚMERO DE HOJAS A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO G:** CRECIMIENTO EN ALTURA A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO H:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA LA ALTURA EN LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO I:** DATOS DEL DIAMETRO DE ALTURA DE CUELLO DE LA PLÁNTULA A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO J:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL DIAMETRO DE ALTURA DE CUELLO DE LA PLÁNTULA A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO K:** DATOS DEL NÚMERO DE HOJAS A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO L:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN NÚMERO DE HOJAS A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO M:** CRECIMIENTO EN ALTURA A LOS 45 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO N:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE EL CRECIMINETO EN ALTURA DE LA PLÁNTULA A LOS 45 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO O:** DATOS DEL DIAMETRO DE ALTURA DE CUELLO DE LA PLANTULA A LOS 45 DÍAS DE GERMINACIÓN
- ANEXO P:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL DIAMETRO DE ALTURA DE CUELLO DE LA PLÁNTULA A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.
- ANEXO Q:** DATOS DEL NÚMERO DE HOJAS A LOS 45 DÍAS DE GERMINACIÓN
- ANEXO R:** COEFICIENTE DE VARIACIÓN NÚMERO DE HOJAS DE LA PLÁNTULA A LOS 45 DÍAS DE GERMINACIÓN
- ANEXO S:** FASE DE CAMPO

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar cuatro sustratos para la propagación sexual de la especie forestal (*Swietenia macrophylla* King) Caoba en la parroquia General Proaño Cantón Morona Provincia de Morona Santiago. Para lo cual, primero se construyó un vivero de 2,50m de alto con 6m de largo y 3m de ancho en que fueron ubicadas las fundas. El diseño experimental usado fue de bloques completos al azar mismo que contó con 4 tratamientos y tres repeticiones, se evaluaron las variables: altura(cm), diámetro de altura de cuello (mm), y numero de hojas a los 15, 30 y 45 días de haber germinado las plantas. El cálculo de germinación fue mediante el conteo de número de semillas sembradas y número de semillas germinadas. Para el cálculo de supervivencia se contó el número de plantas vivas y el número de semillas. Los resultados se ratificaron mediante el registro de datos, los cuales fueron tabulados y representados gráficamente obteniendo valores mayores usando el sustrato 2 tierra 50%, arena 20% y abono orgánico 30% que mostro una altura de 21,27 cm, diámetro de altura de cuello 17,86 mm y numero de hojas con 4,94 de los datos tomados a los 45 días de haber germinado. Se concluye que el sustrato 2 muestra los mejores resultados tanto en desarrollo como crecimiento. Se recomienda tener el invernadero desinfectado para evitar plagas o enfermedades.

Palabras clave: <CAOBA (*Swietenia macrophylla* King)>, <PROPAGACIÓN>, <SUSTRATOS >, <MORONA (CANTÓN) >, <VIVERO >, <TRATAMIENTOS >.

2367-DBRA-UPT-2022

ABSTRACT

This research aimed to evaluate four substrates for the sexual propagation of the forest species Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the General Proaño town, Morona city, Morona Santiago province. For which, first a forest nursery (2.50m high, 6m long, and 3m wide) was built including covers. The experimental design used a complete randomized block that had 4 treatments and three repetitions. The variables evaluated were height (cm), neck height diameter (mm), and the number of leaves at 15, 30, and 45 days after the plants germinated. The germination calculation was done by counting the number of seeds sown and the number of germinated seeds. The number of living plants and the number of seeds was counted to calculate survival. The results were ratified by recording data, which were tabulated and represented graphically, obtaining higher values using substrate 2: 50% earth, 20% sand, and 30% organic fertilizer, which showed a height of 21.27 cm, height diameter of the neck of 17.86 mm and the number of leaves with 4.94 of the data taken 45 days after germination. It was concluded that substrate 2 shows the best results in both development and growth. It is recommended to have the greenhouse disinfected to avoid pests or diseases.

Keywords: <MAHOGANY (*Swietenia macrophylla* King)>, <PROPAGATION>, <SUBSTRATES>, <MORONA (CITY)>, <FOREST NURSERY>, <TREATMENTS>.

Riobamba, December 14th, 2022

PhD. Dennys Tenelanda López

ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país biodiverso cuenta con distintos microclimas y hábitats sin embargo la fuerte deforestación en los ecosistemas de bosque han hecho que las especies forestales nativas y encuentren en un grave peligro causando no solo su deterioro si no también su extinción, razón por la que *Swietenia macrophylla* King se encuentre en veda según el acuerdo 0.90 que establece la prohibición de la corta y aprovechamiento de la referida especie, sus partes o derivados fácilmente identificables, el plazo de diez años (MATTE, 2017). Por lo que es importante evaluar diferentes proporciones de sustratos que ayuden a la propagación sexual de la especie.

Swietenia macrophylla King es una Meliáceae tropical considerada una de las maderas preciosas más cotizadas en el mundo, esto ha ocasionado la sobreexplotación de sus poblaciones naturales; la disgenia o variabilidad generada por la pérdida continua de los mejores fenotipos hace de primordial importancia el establecimiento en vivero para que puedan ser reintroducidos a las poblaciones naturales y de esta forma garantizar el equilibrio ecosistémico en los ambientes tropicales encontrándose presente en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, no tolera las sequías prolongadas (Morales, et al., 2019, p 9).

Actualmente, la caoba es una especie protegida por el Estado ecuatoriano mediante normas y acuerdos legales debido a la fuerte explotación que ha sufrido, haciendo que el número de individuos vaya reduciendo paulatinamente en los bosques. Además, la caoba está incluida en la enmienda de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES) apéndice IV, dada la actual sobreexplotación. Los impactos ocasionados a su hábitat han conducido a que esta especie se encuentre amenazada (Saldaña, 2015, p 17).

Una de las estrategias más efectivas para mitigar el daño generado por el constante cambio de uso de suelo del bosque hacia la agricultura y la ganadería es la propagación de especies nativas. La cual tiene varias aplicaciones como lo son el rescatar especies en peligro de desaparición, mediante la preservación, conservación y mantenimiento de germoplasma nativo, disponer de plántulas para fines de restauración ecológica y reforestación de áreas degradadas y establecer plantaciones mixtas de especies nativas con potencial económico, así como sistemas agroforestales (Rodríguez, et al., 2002, p 7).

Esta propagación iniciará con el establecimiento de un vivero, el cual además de ser considerado como una actividad primordial para la restauración, también va a ser visto como una actividad económicamente productiva (Rodríguez, et al., 2002, p 7).

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

La especie forestal *Swietenia macrophylla* King está en la lista de especies con aprovechamiento condicionado (MAE, 2015. p 6.) Además de encontrarse desde el 2003 en la Recomendación de suspender el comercio CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre) esto se debe al gran riesgo que sufre por factores como la sobre explotación, el comercio no regulado, la tala ilegal y la destrucción del hábitat natural para la utilización del espacio CITES, 2003, p 9.

1.2. Limitaciones y delimitaciones

1.2.1. Límites

Los límites que se plantean en la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* King están relacionados a la instalación y seguimiento del ensayo en un vivero temporal construido en la Parroquia General Proaño.

1.2.2. Delimitaciones

Las delimitaciones geográficas de la investigación es la tala indiscriminada en todo el Ecuador de la especie forestal *Swietenia macrophylla* King a más de las pocas plantaciones comerciales y la oferta insuficiente de plántulas a nivel local.

1.3. Problema General de Investigación

Esta especie es considerada de alto riesgo de acuerdo con el CITES y la legislación ecuatorina debido a la gran explotación con fines maderables y por lo que no puede ser aprovechada en su estado natural. Sin embargo, se pueden establecer plantaciones comerciales para lo cual es necesario contar con una oferta de plántulas a nivel de vivero. En este caso se consideró probar el efecto de 4 sustratos en la propagación sexual de la *Swietenia macrophylla* King.

1.4. Problemas específicos de investigación

Desconocimiento del desarrollo vegetativo de la especie *Swietenia macrophylla* King en condiciones de vivero sometidas a distintos tratamientos.

Desconocimiento del efecto de distintos sustratos para la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* King.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evaluar cuatro sustratos para la propagación sexual de la especie forestal *Swietenia macrophylla* King (Caoba) en la parroquia General Proaño Cantón Morona Provincia de Morona Santiago.

1.5.2. Objetivos Específicos

Evaluar el desarrollo vegetativo de la especie *Swietenia macrophylla* King en condiciones de vivero sometidas a distintos tratamientos.

Determinar el mejor sustrato para la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* King.

1.6. Justificación

1.6.1. Justificación Teórica

(Muñoz, 2020, p1) indica que dentro de las principales causas para la pérdida de especies vegetales, biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados, están las directamente vinculadas a la actividad humana. Iniciando con la destrucción, fragmentación del hábitat y variaciones en su calidad. Pero sin olvidar la alternancia en la estructura y/o composición de las poblaciones vegetales debidos al cambio climático.

Una de las estrategias para ayudar a frenar la extinción de esta especie forestal es la propagación sexual en condiciones de vivero sometida a diferentes sustratos orgánicos.

La caoba es un árbol tropical que tiene una madera hermosa de color rojizo y ha sido, desde tiempos coloniales, muy apreciada para fabricar muebles de lujo al ser nativo del continente americano Ecuador cuenta con una variedad que es la caoba ahumado de hoja grande (*Swietenia macrophylla* King), que se extiende desde México hasta el sur de la Amazonía brasileña, cultivada

desde hace algunas décadas de manera comercial, su extracción sigue siendo ilegal representando un grave problema en toda la región, pues esta tala es muy destructiva para el medio ambiente y ha llevado a este árbol a considerarse una especie en peligro de extinción (Hogan, 2020, p 1).

Una especie en peligro de extinción, indica a aquellas cuyo número total de individuos es muy bajo, por lo que existe un riesgo real de extinción, que ocurre debido a las actividades humanas (contaminación y tala indiscriminada). Por lo general se consideran especies en peligro de extinción a las especies amenazadas por el mismo ser humano (Muñoz, 2020, p1).

La caoba es una de las especies más cotizadas en el mundo por lo que es importante su propagación, es así que se genera una alternativa para dejar la dependencia sobre los bosques.

Esta investigación se llevó a cabo debido al gran riesgo que la caoba *Swietenia macrophylla* King corre al ser parte de la lista de especies en peligro de extinción. Debido a ello es necesario encontrar protocolos para determinar el mejor sustrato lo que ayudara a su repoblación, contribuyendo a la reducción de la presión sobre los bosques nativos al proporcionar una opción en vivero.

1.6.2. Justificación Metodológica

El trabajo inicia con la ubicación de la finca y construcción de un invernadero cuyas medidas son 3m de ancho por 6 m de largo, en donde se ubicaron camas a 1,5 m del suelo para evitar contaminación. Las semillas se sembraron en fundas de 10x15 cm, enfundando 4 sustratos diferentes y colocándose 30 individuos por 12 bloques.

Los sustratos fueron preparados en diferentes proporciones con materiales propios de la zona que son la arena de río, tierra y abono orgánico los cuales se evaluaron a través del porcentaje de germinación, supervivencia de plantas, conteo de hojas verdaderas y diámetro de cuello con un calibrador electrónico.

La propagación sexual según (Mendoza, 2017, p 69) es la multiplicación de las plantas mediante semillas, siendo uno de los métodos de reproducción de plantas más usados en la naturaleza y además muy eficiente, pues se encarga de mantener las características genéticas que les confieren a las plantas la resistencia necesaria para su supervivencia.

Los sustratos de acuerdo con (Bloodnick, E. 2022, p 2) son uno de los materiales más usados para cultivos de invernadero. Debido a las diversas fórmulas disponibles, los sustratos orgánicos con los más indicados para la propagación de especies nativas debido a que el medio en el que estas se origina es bosque es entonces que se utilizó una mezcla de arena de río, tierra y abono orgánico.

El mejor sustrato estará indicado con el registro semanal sobre el desarrollo de las especies mediante el análisis ejecutado con el Software estadístico Infostat, en el que se realiza los cálculos estadísticos.

1.6.3. Justificación Práctica

Esta investigación se realiza debido a la necesidad de encontrar alternativas para poder disminuir la presión sobre el bosque nativo, con la implementación de viveros para la producción de especie forestales nativas que puedan ser establecidas en plantación para su aprovechamiento.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Nula

To: Ninguno de los tratamientos incidió en la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* King.

1.7.2. Alterna

T1: Al menos uno de los tratamientos incide en la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* King.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de investigación

Los antecedentes de esta investigación se encuentran en 4 trabajos de investigación (Tenorio, M.2018, p 68), (Macusya, M. 2012, 56), (Manzaba, B. 2022, p 25), y (Macías, E. 2019, p 31), con relación a la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* King caoba utilizando cuatro tipos de sustratos los cuales fueron tomados de acuerdo con las condiciones y a la región en la que se propagó la especie.

El presente trabajo se enfocó en trabajar con sustratos compuestos de tierra del lugar (amazonía), arena de río y abono orgánico solo con la variabilidad de sustratos tomando como testigo a la arena e incluyéndola en todas las composiciones, además de la ubicación geográfica en la región amazonica sabiendo que la caoba es una especie propia de bosques amazónicos.

Es entonces que se toma en cuenta sustratos orgánicos y naturales debido a que la especie *Swietenia macrophylla* King es nativa entonces al revisar cada uno de los diferentes trabajos se evidencia que el mejor desarrollo tanto vegetativo lo muestra en este tipo de sustratos, de manera que solo se intercambié porcentajes para determinar en el que mejor se adaptará.

2.2. Referencias teóricas

2.2.1. CITES

MITECO, 2017. p. 2 La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres es un acuerdo internacional establecido entre los gobiernos que tiene la finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para la supervivencia de las especies debido a que los niveles de explotación de algunos animales y plantas son insostenibles, su comercio es capaz de disminuir considerablemente poblaciones e incluso hacer que algunas especies estén al borde de extinguirse.

MITECO, 2017. p.2 Su impacto es sumado a otros factores de amenaza, como la destrucción del hábitat o la introducción de especies foráneas, las que pueden actuar como invasoras, además está también facilitada por el comercio internacional de estas pues el comercio internacional de

animales y plantas silvestres alcanza un volumen tan importante, su reglamentación es de cooperación internacional, a fin de proteger ciertas especies de la explotación excesiva, requiere entonces un instrumento con la naturaleza jurídica de convenio internacional los instrumentos jurídicos tienen la fuerza de obligar que se logra con la suma de los distintos países que se van sumando a ellos, es así que no existe un poder supranacional, con su correspondiente facultad de policía, que pueda obligar a su cumplimiento, cada estado firmante se hace responsable de su aplicación correcta en los diferentes territorios.

La caoba fue incluida en la enmienda de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES 2005) apéndice II, dada la actual explotación en Sudamérica (Saldaña, 2015, p 17).

2.2.2. Legislación forestal

MAATE. 2015, p 1-40 Indica que el año 2015 Mediante Registro Oficial N° 272, entró en vigencia el Acuerdo Ministerial N° 125 del 13 de mayo de 2014, emitida por el Ministerio del Ambiente a través de cual se expiden las Normas para el Manejo Forestal Sostenible de los Bosques Húmedos, que utiliza los principios, criterios e indicadores establecidos para fomentar el manejo forestal sostenible después de la emisión del Acuerdo 125 queda derogado el Acuerdo Ministerial N° 039, publicado en el Registro Oficial N° 399 el 2004 que hasta la fecha se lo venía aplicando, tal como lo establece la cuarta Disposición General del Acuerdo en mención.

Castañeda, F. 2004, p9 Las normas establecen los criterios que deben ser utilizados para lograr un aprovechamiento racional de los bosques que determinan los requisitos legales para la elaboración de los planes de manejo y programas de aprovechamiento y corta estas normas aplicadas para otorgar licencias de aprovechamiento forestal son: Plan de manejo integral y Programa de aprovechamiento forestal sustentable; Programa de aprovechamiento forestal simplificado y Plan de manejo integral y Programa de corta para zona de conversión legal.

2.2.2.1. Árboles con aprovechamiento condicionado

Acuerdo 125. 2015 p, 6 Árbol para aprovechar, cuyo DAP es igual o superior al DMC y que será cortado se podrán ser aprovechar una o más especies de aprovechamiento condicionado, previa demostración, por parte del interesado, que el número de árboles de la especie, es superior a un árbol por cada dos hectáreas.

Art. 38.- Clasificación de especies de aprovechamiento condicionado:

En la tabla 1-2 se muestra la clasificación de las especies con aprovechamiento condicionado en Ecuador.

Tabla 1-2: Especies con aprovechamiento condicionado.

a) Bálsamo, chaquito	<i>Myroxylum balsamum</i>
b) Bateacaspi	<i>Cabrlea canjerana</i>
c) Caoba	<i>Caryodaphnosis theobromifolia</i> (Caoba de Quevedo, cacadillo); <i>Swietenia macrophylla</i> (Ahuano); <i>Platymiscium pinnatum</i> (Caoba esmeraldeña, almendro); <i>Platymisciun stipulare</i>
d) Cedro	<i>Cedrela spp.</i>
e) Chanul	<i>Humiriastrum procerum</i>
f) Chanul del Oriente	<i>Humiriastrum spp.</i>
g) Cucharillo	<i>Talaumaspp.</i>
h) Cuero de Sapo	<i>Ochroma dendron</i> (ge.nov.ined.)
i) Guaripito	<i>Nectandra guaripito</i>
j) Guayacán	<i>Tabebuia spp.</i>
k) Guayacán pechiche, guayacán, huambula	<i>Minquartia guianensis</i>
l) Moral bobo, pituca	<i>Clarisia racemosa</i>
m) Moral fino	<i>Manclura tinctoria</i>
n) Pilche de Oriente	<i>Vantanea spp.</i>
o) Romerillo, sinsin, olivo Todas las especies de la familia	<i>Podocarpaceae</i>
p) Salero	<i>Lecythisampla</i>
q) Yumbingue, Roble	<i>Terminalia amazonia</i>
r) Seique	<i>Cedrelinga cateniformis</i>

Fuente: MATTE. 2015, p 11

Realizado por: Yari K, 2022

2.2.3. COA

El presente Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza. De este modo, se regulan los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente en el Libro Segundo del Patrimonio Natural,

Titulo III Capítulo I De La Conservación Ex Situ Art. 65 y 66 indica la species objeto de conservación ex situ y los medios de conservación y manejo (COA, 217, pp 28-29).

2.2.4. *Swietenia macrophylla* King (caoba ahuano)

2.2.4.1. Generalidades

La caoba es una especie heliófita durable, de vital importancia en la producción forestal de la que se obtiene una madera de finos acabados, trabajabilidad y durabilidad, siendo considerada la mejor madera para ebanistería, empleada en la fabricación de muebles, instrumentos musicales, decoración de interiores, molduras, chapas, paneles y ebanistería en general (CAR, 2019. p, 14).

2.2.4.2. Comportamiento de la *Swietenia macrophylla* King

Comportamiento Radical: La caoba produce una vigorosa raíz pivotante en su etapa de plántula, añade muchas raíces laterales finas que se vayan engrosando de manera gradual de manera que formen un extenso sistema radical lateral, los árboles de edad mayor van desarrollando contrafuertes de pequeños a medianos, sus raíces laterales en los árboles de gran tamaño se pueden ver expuestas sobre el terreno por un metro o más en los sitios muy húmedos y en los suelos arcillosos (Bauer, G y Francis, J. 1998. p, 4).

Reacción a la Competencia: Está clasificada como una especie intolerante debido a que no puede sobrevivir la sombra densa cuando la luz es débil o se encuentra bajo un dosel forestal tropical denso, las plántulas de caoba que germinan por lo usual fracasan y no sobreviven maque unos pocos meses, bajo una luz filtrada, las plántulas podrán persistir por muchos años, creciendo de manera lenta en una condición suprimida. El crecimiento más rápido se alcanza bajo una luz solar plena con protección lateral. Las plántulas responden de manera rápida a la liberación de la vegetación terrestre baja y el dosel superior. Se mostró que las plantaciones de caoba reciclan los nutrientes de manera eficiente y sostuvieron casi tantas especies del sotobosque como los adyacentes bosques secundarios naturales.

2.2.5. *Distribución ecológica*

Crece, en el bosque tropical y subtropical de manera natural, en América del Sur, es nativa a Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Bolivia de América que inicia desde México hasta Bolivia, (Bauer, G y Francis, J. 1998. p, 1) a altitudes de 50-500 msnm, llegando hasta los 1400 msnm, en temperaturas de 22-28°C, en climas secos, húmedos o muy húmedos, las precipitaciones

oscilan entre 1000 y 2500 mm, aunque también se puede encontrar en áreas más extremas, más húmedas o secas toleran estaciones secas de cuatro meses las regiones con una alta precipitación y sequía prolongada no son adecuadas para su crecimiento (Navarro, M. 2015. p, 43)

Crece en una gran variedad de suelos, desde arcillosos a arenosos, pero prefiere suelos aluviales profundos, bien drenados y fértiles, preferiblemente alcalinos a neutros desarrollándose de gran manera, también puede crecer en suelos ácidos, con pH de hasta 4.5 pero su población es reducida. En Mesoamérica se comporta como una especie pionera colonizadora en tierras agrícolas degradadas (Navarro, M. 2015. p 101)

En Ecuador es nativo y cultivado, en bosque de tipo húmedo, tropical y seco; en las provincias: Esmeraldas, Sucumbíos, Napo, Pastaza, Morona Santiago, Loja y Galápagos a una altitud de 0 a 500 msnm (Macías, 2019, pp 13-15).

2.2.6. Regeneración natural

CAR, 2019. p, 21 La Caoba es una especie que requiere de luz para su propagación, por esto se regenera bien en claros algunos estudios indican que la regeneración natural es episódica y asociada a grandes disturbios, además una investigación realizada muestra que la regeneración es muy parecida entre bosques aprovechados y bosques no aprovechados, el factor determinante del éxito de su regeneración podría estar asociado más al tipo de bosque.

CAR, 2019. p, 21 Su dispersión por el viento no sobrepasa los 100 m alrededor de los árboles semilleros y la densidad de las semillas dispersadas es alta cerca del árbol y disminuye con la distancia. Sin embargo, la distancia media de dispersión es alrededor de 30 metros con una proporción alta de semillas cayendo a distancias muy cortas lo que puede ocasionar una elevada mortalidad de plántulas entre el 40 y el 70%, lo anterior podría estar relacionado con el potencial de regeneración bajo de la especie Las densidades poblacionales son bajas.

2.2.7. Descripción botánica

Franco, N. 2019, p 9, Indica que el árbol de *Swietenia macrophylla* King mide 50 metros de altura y hasta 3 m de diámetro. De copa amplia y abierta con ramas insertas en la parte alta del fuste, el cual es recto, cilíndrico y desarrolla aletones, Corteza interna rosada a roja, fibrosa, amarga y astringente. Hojas: Las hojas miden 30 cm de largo, son de color verde oscuro, son compuestas, parapinnadas, alternas, están dispuestas en forma de hélices (helicoidales), y terminan en punta (acuminadas); no presentan estípulas, borde entero, la persistencia de la hoja es caducifolia. Las

flores tienen tonalidades entre el color blanco y el color verde y están dispuestas en inflorescencias terminales en forma de panículas. hermafroditas Los frutos miden 22 cm de largo, son cápsulas alargadas y ovadas que se abren por sí solas, de abajo hacia arriba, y con su eje son parecidos a un paraguas, son de color pardo grisáceo y cada uno contiene entre las 45 y las 70 semillas. Las semillas miden 9 cm de largo, son aladas, livianas y son de color café claro, igualmente el Número semillas/Kg 1800 a 2500 con un porcentaje de % Germinación de 80% a 95%.

2.2.8. Taxonomía de *Swietenia macrophylla* King (caoba ahuano)

Macías, 2019, p.4 dice que la taxonomía de *Swietenia macrophylla* King (caoba ahuano) se observa en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Taxonomía *Swietenia macrophylla* King

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Sapindales
Familia:	Meliaceae
Género:	<i>Swietenia</i>
Especie:	<i>Swietenia macrophylla</i> King

Fuente: Macías, 2019, p.4

Realizado por: Yari K, 2022

2.2.9. Fenología de la caoba

2.2.9.1. Floración

CAR, 2019. p, 18 inicia su floración entre los 12 y 15 años, en los meses de noviembre y abril los frutos se pueden ver regularmente de marzo a agosto debido a que los frutos empiezan a formarse al mes siguiente de la floración, sin embargo, sólo son visibles a partir de los meses de abril y noviembre, indicando unos sesenta días después de cada evento, por lo general la producción de frutos es baja y la recolección puede hacerse durante los meses de enero, febrero, junio y julio, lo significando que los frutos tardan entre 4 y 5 meses en completar su desarrollo y maduración completa.

2.2.9.2. *Fructificación y producción de semillas*

CAR, 2019, p 18 Los frutos se forman un mes después de la floración, sin embargo, se hacen visibles a partir de los meses de abril y noviembre, es decir sesenta días después de cada evento, por lo general la producción de frutos es baja su recolección se podría realizar durante los meses de enero, febrero, junio y julio, los frutos entonces tardan entre 4 y 5 meses para completar su desarrollo y maduración.

2.2.9.3. *Semillas de Swietenia macrophylla King (caoba ahuano)*

Widmer M y Sylvie. 2016, p 1 Indica que son el resultado de la transformación del óvulo fecundado en la polinización y está formada por un embrión rodeado de una reserva nutritiva y protegido por una envoltura llamada tegumento reserva nutritiva tendrá un tamaño variado dependiendo de cada especie, pueden tener todo tipo de apariencias, formas, tamaños, colores y texturas, dependiendo de la especie.

Widmer M y Sylvie. 2016, p 1 De ellas nacerán plantas bellas y vigorosas que a su vez producirán nuevas semillas, continuando así el ciclo de la vida las que se diseminaran por aquí y por allá, a una distancia más o menos lejana de la planta madre de acuerdo a la especie y de las oportunidades de vida pueden caer al pie de la planta o viajar lejos, ya sea por el aire o enganchándose a algún animal que esté de paso, buscando propagarse como objetivo principal los factores como viento, el agua, los insectos, los pájaros u otros animales pueden ser los responsables involuntarios de esa propagación.

Widmer M y Sylvie. 2016, p 1 Dependiendo la planta van a tener una increíble capacidad de esperar, ya sea un largo tiempo o hasta que las condiciones externas sean favorables para su desarrollo esto se conoce como dormancia o latencia y saldrán de su estado de dormancia con un determinado estímulo el que puede ser diferente de acuerdo a las semillas a esto se conoce como el cese de la latencia hay muchas semillas diferente y únicas en su forma de geminar algunas deben pasar por el tracto digestivo de un animal y recibir el efecto de las enzimas hay otras que necesitan el efecto de la fermentación, el frío y heladas.

Widmer M y Sylvie. 2016, p 1 Dice que en la plantación es importante que se cumpla con todas las condiciones necesarias que permitirán la semilla germine, la cantidad de riego, la temperatura, la luz, la protección o la estación adecuada para la variedad elegida las semillas van a tener una duración de vida media que cambia según la especie.

2.2.9.4. Recolección

CAR, 2019. p, 18 El fruto madurara entre diciembre y enero, su recolección se llevara de febrero a abril, madura en aproximadamente 6 meses los frutos deben recolectarse directamente del árbol, antes que sus cápsulas se abran, cuando muestran un color café claro, se puede subir en el árbol usando un equipo apropiado como espolones, cinturón y casco, el escalador cortará los frutos teniendo cuidado de no dañar las ramas, produce frutos alrededor 125 kg a 148 kg por árbol mostrando unos rendimientos usuales que varían de 3.8 a 4.5 kg de semilla por árbol.

2.2.10. Dispersión de Swietenia macrophylla King

Esta especie se beneficia de los periodos secos para la apertura de su fruto y la dispersión de sus semillas aladas (Saldaña, J. 2015, p 22) ya que este tiempo provee de las condiciones ideales para la apertura de la fruta madura y la dispersión de las semillas, a su vez que para la dispersión del polen de las flores (Bauer, G y Francis, J. 1998. p, 3).

El agente más importante para la dispersión es el viento para que las semillas vuelen un árbol de gran tamaño dispersa sus semillas sobre un área de aproximadamente 4 hectáreas en el lado a sotavento la dispersión de las semillas ocurre justo antes de la temporada lluviosa, es por ello que la probabilidad de que las aguas de inundación jueguen un papel importante en la dispersión de las semillas en algunas áreas los animales mamíferos y las aves no se conocen como factores importantes en la dispersión, a pesar de ellos, a veces ellos destruyen las semillas, previniendo de esta manera su dispersión (Bauer, G y Francis, J. 1998. p, 3).

2.2.11. Valor económico de Swietenia macrophylla King (caoba ahuano)

Por sus características únicas, sigue siendo una de las más comercializadas nacional e internacionalmente, al ser de crecimiento moderadamente rápido con características favorables para plantaciones, que puede producir madera de aserrío en turnos de rotación de 30- 40 años, (CATIE, 2001. p,1) un árbol grande de caoba podría estar produciendo alrededor de tres metros cúbicos de madera con un valor aproximado de 1,700 dólares por metro cúbico en 2006, el Banco Mundial calculó que la tala ilegal generó entre 44.5 y 72 millones de dólares al año, es por eso por lo que las ganancias legales provenientes de la venta de madera registradas para el mismo año fueron de sólo 31.7 millones (Bernabé et al. 2010),

El duramen de la caoba tiene durabilidad natural por lo que es resistente a hongos de pudrición, moderadamente resistente a termitas y tiene baja resistencia a los taladradores marinas,

físicamente es moderadamente liviana a moderadamente pesada, peso específico de 0.50 a 0.60 gr/cm³, de 25 a 53 libras por pié cúbico, 0.45 a 0.85 rinde volúmenes promedio de 7 a 11 m³/ha/año (CATIE, 2010. p,1).

2.2.12. Usos de la caoba *Swietenia macrophylla* King (caoba ahuano)

Flores. 2014, p 1 Es una madera bella, fina, dura, de gran calidad, catalogada como una de las mejores del mundo. De gran durabilidad natural, resistente a la humedad, podredumbre, insectos y hongos, alta densidad fácil de trabajar, utilizada en la fabricación de embarcaciones, muebles, trabajos de ebanistería, instrumentos musicales, objetos artísticos, tallas, esculturas, torneados, entre otros obteniéndose excelentes y lujosos productos (Flores. 2014, p 1).

Flores. 2014, p 1 Es una especie apta para la reforestación y para la ornamentación de avenidas, plazas y parques. Con un uso medicinal en la corteza que tiene propiedades astringentes, tónicas y antifebriles. De las semillas se hace un té utilizado para el dolor en el pecho y cuenta con una corteza contiene gran cantidad de taninos usado para curtir y teñir pieles (Flores. 2014, p 1).

Flores. 2014, p 1 el color de la madera puede ser marrón, rojizo-oscuro o tener un tono crema- rosado, dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales donde creció el árbol, es una madera muy brillante, de grano recto o entrecruzado, que forma atractivas vetas.

2.2.13. Vivero

Hirozumi et al., 2014, p.5 dice que es un espacio de terreno destinado a la producción y reproducción de plantas forestales, ornamentales, frutales y medicinales, que serán utilizadas en plantaciones forestales y agroforestales. La importancia de producir plantas es un arte que contribuye al cuidado de la vida y nos garantiza tener plántulas de calidad y adaptadas a nuestra comunidad, lo que contribuirá a formar plantaciones y sistemas agroforestales sostenibles, cambiando nuestro entorno natural, constituyéndose en una fuente de ingreso económico para la familia o comunidad.

2.2.13.1. Viveros permanentes

De acuerdo con Jiménez, 200, p.2 los llamados también Fijos, son aquellos que producen grandes cantidades de plantas todos los años. Requieren de infraestructura formal (almacenes, invernaderos, etc.) bastante sólida.

2.2.13.2. Viveros temporales

De acuerdo con Jiménez, 200, p.2 los llamados también volantes, son viveros pequeños que se establecen en el mismo lugar a realizar la plantación, por una temporada. solo requieren una inversión inicial reducida. Su objetivo es producir plantas durante una temporada y para una extensión determinada; luego, el mismo se levanta, se lo abandona o se lo traslada a otra área de forestación (Castillo, E, 2012, p 2).

2.2.14. Propagación

UNLP, 2020, p. 4 muestra que las actividades que se realizan para duplicar las plantas mediante un método sexual o asexual dependen de cada tipo de planta en su propagación. Para que la reproducción de las plantas se lleve a cabo se debe conocer los empleos manuales y procesos técnicos, las estructuras y formas de la producción de las plantas, además saber sobre las diferentes tipos o especies de esta. En algunas especies uno de los mecanismos reproductivos predomina sobre el otro.

2.2.14.1. Propagación sexual

Molina, 2017, p.2 indica que las semilla es la unidad de dispersión y supervivencia de una especie vegetal, sea esta silvestre o cultivada, que lleva en sí el germoplasma. La propagación por semillas uno de los métodos de reproducción de plantas más usados en la naturaleza y además uno de los más eficientes, pues se encarga de mantener las características genéticas que les confieren a las plantas la resistencia necesaria para su supervivencia. UNLP, 2020, p.4 dice que la propagación sexual aporta variantes genéticas a la especie, por lo tanto, fomenta su adaptación y evolución.

2.2.15. Condiciones para la propagación

2.2.15.1. Temperatura

La temperatura natural para la propagación de caoba oscila entre 22-28°C en clima seco, húmedo o muy húmedos, con una estación seca que dura 4 meses cuando esta especie se cultiva puede incrementar las temperaturas de 12-37°C, la especie en su hábitat natural le es necesario precipitaciones que oscilan entre 1500 y 4200 mm pero en cultivo puede tener precipitaciones de 5000 mm anuales, el bosque tropical y tropical húmedo, es la zona ideal para la caoba se da en altitudes de 50-500 msnm, pudiendo llegar hasta los 1400 msnm (INAB, 2017, p 6)

2.2.15.2. Características del sustrato

La intensidad de la latencia esta influenciada por algunos factores ambientales como la temperatura, la humedad y el ambiente gaseoso, a medida que el grado de latencia disminuye se amplía el rango de condiciones ambientales que facilitarían la germinación (Varela y Arana, 2011, p 3)

La germinación va a involucrar todos aquellos procesos que comienzan con la toma de agua por la semilla terminando con el crecimiento del eje embrionario la finalización de la germinación es, la emergencia de la radícula embrionaria a través de las cubiertas seminales, aunque en el ámbito productivo es aceptado que germinación se tome cuando ya se visualiza a la plántula viable emergiendo del suelo (Varela y Arana, 2011, p 3).

2.2.16. Sustratos

Rodríguez et al., 2003, p. 24 El sustrato es el soporte para la vida de la planta. Sus funciones principales son brindarle soporte y nutrición en el proceso de crecimiento.

Moncada, 2018, p. 19 explica los diversos medios y mezclas de éstos que se usan con el fin de hacer germinar semillas. Para obtener buenos resultados se requieren las siguientes características: El medio debe ser lo suficientemente firme y denso para mantener las semillas en su sitio; su volumen no varía mucho, ya sea seco o mojado; resulta perjudicial que tenga un encogimiento excesivo al secarse, debe retener la suficiente humedad para que no sea necesario regarlo con mucha frecuencia, tiene que ser lo suficientemente poroso, de modo que se escurra el exceso de agua y permita una aireación adecuada, debe estar libre de malezas, nematodos y otros patógenos, no debe tener un nivel excesivo de salinidad, debe poderse esterilizar con vapor o químicos sin que sufra efectos nocivos, debe existir una adecuada provisión de nutrientes para todo el período, aunque suplementaciones con fertilizantes de lenta liberación son frecuentemente recomendados, un medio ideal de propagación, debe estar provisto de suficiente porosidad para permitir una buena aireación, una alta capacidad de retención de agua, debe tener un buen drenaje y estar libre de patógenos.

Plaza, 2021, p. 8 dice que la elección de uno u otro componente de sustrato está sujeta mayormente a su disponibilidad, facilidad de mezcla y costo en la región en donde se encuentre el vivero, así como la experiencia del viverista en su uso. Cuando se prepara la mezcla para plantas de especies forestales pueden emplearse dos o más materiales, de manera de garantizar que el sustrato final posea los valores apropiados de espacio poroso, retención de humedad y nutrientes, y densidad aparente. La operación de mezclado y posterior manejo de la mezcla a emplear como sustrato

definitivo tiene un impacto significativo sobre las propiedades físicas y químicas de este. Así, la porosidad total, el espacio ocupado por el aire, el drenaje y la capacidad de retención de humedad pueden variar significativamente entre los envases o bolsas cuando estos son llenados con un sustrato mal mezclado. Uno de los sustratos más utilizados en la mayoría de los viveros es el suelo y dependiendo de sus características puede ser utilizado para preparar mezclas que originen nuevos sustratos o un sustrato mejorado.

Plaza, 2021, p. 8 indica que cuando el suelo tiene una estructura muy fina, es recomendable que se mezcle con materiales que puedan aumentar la porosidad de este, para mejorar la entrada de aire y evacuación de excesos de agua, con lo cual se está proporcionando un medio adecuado para el desarrollo radicular.

2.2.17. Funciones de los sustratos

Existen cuatro funciones que se deben tomar para mantener un buen crecimiento de las plantas, proporcionar un anclaje y soporte para la planta, retener humedad de modo que esté disponible para la planta, permitir el intercambio de gases de las raíces y la atmósfera, servir como depósito de los nutrientes (Bautista, L. 2013, p10).

El peso del sustrato debe ser liviano para alcanzar sus funciones, una buena porosidad, que este bien drenado, pero con buena capacidad de retención de humedad, ligeramente ácido y con buena capacidad de intercambio de cationes, capaz de mantener un volumen constante tanto cuando está húmedo o seco, deberá ser fácil de almacenar por periodos largos sin cambios en sus propiedades físicas y químicas, de fácil manejo y mezcla (Bautista, L. 2013, p10).

Las cuatro funciones son ofrecidas por algunos materiales individuales, pero no en el grado necesario, es por esto que se deben realizar ajustes que compensen estos requerimientos, lo cual se logra mediante mezclas (Bautista, L. 2013, p10).

2.2.17.1. Componentes más habituales de los sustratos

Turba, compost, corteza compostada, humus de lombriz, cachaza, estiércol, perlita, vermiculita, zeolita, arena y suelo (Plaza, 2021, p.10).

2.2.17.2. Tipos de sustratos

Sustratos naturales según Rodríguez et al., 2003, p. 24 pueden ser orgánicos sujetos a descomposición biológica o inorgánicos obtenidos de rocas o minerales modificados mediante tratamientos físicos o químicos (agrolita o perlita, lana de roca, vermiculita y arcilla expandida).

2.2.17.3. Arena de río

Charco, 2018, p.3 dice que es una de las sustancias más utilizadas en la mezcla de sustratos, con qué se emplea en pequeñas cantidades. La arena mejora la estructura del sustrato y es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores, pero aporta peso al mismo. La arena de río que suministramos carece de elementos nocivos tales como sales, arcillas o plagas y su granulometría es muy fina (0.8-1mm de diámetro). Este tipo de arena retiene muy bien la humedad.

2.2.17.4. Tierra

Ibañez, 2008, p.2 explica que el material desmenuzable que encontramos en la naturaleza, como componente principal de los sistemas naturales en su capa más superficial, que ofrecen soporte, sirve para el cultivo y que conforma los suelos. IDEAM, 2015, p.1 indica que además de ser el resultado de factores físicos, naturales y ambientales, los cuales regulan los procesos geodinámicos, biogeoquímicos y ecológicos responsables de la estabilidad y oferta biológica, ligados en conjunto a la sostenibilidad.

2.2.17.5. Abono orgánico

De acuerdo con Acosta, 2019, p.2 es un fertilizante desarrollado por procesos naturales por la degradación o mineralización de la materia orgánica animal, vegetal y restos leñosos industriales. Es decir, mezcla de estiércoles, restos de cosechas y lodos de depuradoras. Simplificándolo mucho, podemos decir que un abono orgánico es una sustancia hecha con residuos o desechos vegetales o animales que hace nuestra tierra mejor para las plantas.

2.2.18. Sustratos para viveros

Debe ser lo suficientemente densos y firmes para sostener a las plantas o estacas en un sitio, durante la germinación o el enraizamiento con un volumen constante tanto si está húmedo como seco, retener suficiente humedad, para que el riego no sea muy frecuente, lo suficientemente

poroso para que el exceso de agua se drene del mismo, permitiendo una buena entrada de oxígeno a las raíces procurando un bajo contenido de sales, es por ello que ningún medio es considerado perfecto para todas las plantas y condiciones de crecimiento, puesto que las diferentes especies de plantas y esquejes varían en sus necesidades para su propagación (Bautista, L. 2013, p10)

La capacidad de retención de agua con la que cuenta un medio es definida por el tamaño de sus partículas, la forma y porosidad, el agua quedará retenida en la superficie de las partículas y en el espacio porosos es así que mientras más pequeñas son las partículas, estarán más cerca unas de otras y, por tanto, el espacio de poros y su superficie será mayor, es por eso que puede almacenarse una gran cantidad de agua cuando las partículas tienen forma irregular serán de mayor superficie que las que son lisas y redondas el material poroso puede almacenar agua en las mismas partículas por consiguiente el medio deberá de ser capaz de ofrecer una buena retención de agua, y poseer un buen drenaje también; así, se deben evitar los materiales muy finos, evitando una cantidad excesiva de agua y una falta de oxígeno para el movimiento dentro del medio (Bautista, L. 2013, p10).

Las condiciones físicas con las que contaría en el campo no estarán presentes, la proporción de espacios porosos con aire va a cambiar cuando el suelo es colocado en recipientes aumenta la cantidad de agua retenida por cambios en las fuerzas que, normalmente, remueven el agua de los poros del suelo un factor crítico será la profundidad, se aumenta el contenido de agua y menora el contenido de aire por el cambio en la profundidad, para mejorar el drenaje y la aireación en un recipiente (bandeja, pote o banco) es compensado con el uso de diferentes materiales, los medios preparados sin suelo se han vuelto un recurso importante en la producción de cultivos en invernadero (Bautista, L. 2013, p10).

2.2.19. Labores culturales

2.2.19.1. Siembra de *Swietenia macrophylla* (caoba ahuano)

Según Rivera, 2015, p.5 es una actividad agrícola que consiste en colocar la semilla en el suelo. De acuerdo con Rei, 2015, p.6 se denomina así al hecho de poner o esparcir semillas en la tierra o en recipientes preparados para ello, con el fin de que germinen y emerjan nuevas plantas.

2.2.19.2. Riego

De acuerdo con (Cisneros, R. 2003, p, 77) Técnica que consiste en la aplicación artificial del agua al sustrato para que las plantas (cultivos) puedan satisfacer la demanda de humedad necesaria para su desarrollo.

2.2.19.3. Los objetivos del riego son

- Proporcionar la humedad necesaria para que los cultivos se desarrollen (Cisneros, R. 2003, p, 77).
- 2. Proporcionar nutrientes en disolución (Cisneros, R. 2003, p, 77).
- Asegurar las cosechas contra sequías de corta duración (Cisneros, R. 2003, p, 77).
- Refrigerar el suelo y la atmósfera para mejorar el medio ambiente de la planta (Cisneros, R. 2003, p, 77).
- Disolver las sales contenidas en el suelo (Cisneros, R. 2003, p, 77).
- Reducir el contenido de sales de un suelo existiendo un adecuado drenaje (Cisneros, R. 2003, p, 77).

2.2.19.4. Deshierbe

Rivera, M. 2015, p. 20 indica que consiste en retirar plantas no deseadas, conocidas como mala hierba, del invernadero. Estas plantas son retiradas porque pueden ocasionar desventajas a la germinación de las plantas debido a que compiten con las hortalizas por nutrientes, sol y agua además de atraer plagas y enfermedades.

2.2.20. Germinación de las semillas de *Swietenia macrophylla* (caoba ahuano)

El tiempo que van a necesitar para que inicie la germinación después de la siembra de 6-10 días y termina a los 30 días. La germinación con semilla fresca es de un 70% (Manual Reforestación, 2007, p 3).

En un kilogramo de semilla de caoba encontramos 1,800 semillas viables, con 88% de viabilidad de germinación. Almacenadas en refrigerador de 4 a 5°C en bolsas plásticas herméticamente selladas conservan la viabilidad por más de cuatro años (INAB, 2017, p19).

2.2.21. Plagas y enfermedades presentes en viveros

La plaga más fuerte y seria que ataca principalmente los brotes tiernos, frutos y semillas, es la *Hypsipyla grandella* ya que esta provoca daños, tanto a nivel de vivero como de plantaciones jóvenes, y limitando el establecimiento de plantaciones puras a lo largo de los trópicos, el barrenador de yemas es una plaga que ataca la yema apical de la planta, ocasionado su muerte para sobrevivir la planta desarrolla una nueva yema apical lo que hace que el fuste ya no crezca recto además de esto, el barrenador solo vuela hasta alturas de 2 a 2.5 m., por lo tanto, es por ello que plaga que afecta en los 2 a 3 primeros años (CATIE, 2010. p 1)

Además, los perforadores del género *Platypus* hacen pequeños orificios en la madera para aliviar un poco el ataque de *Hypsipyla*, que en general suele presentarse con mayor frecuencia en plantaciones (monocultivos), es por ello por lo que es conveniente hacerlo en franjas bajo condiciones de bosques naturales, o plantaciones mixtas (CATIE, 2010. p 1).

2.2.21.1. *Damping-off*

También es conocido como marchitamiento fúngico y provocado por un conjunto de hongos presentes en el suelo, afectando las semillas, semillas en germinación y plántulas (Tierra M, 2018, p 1)

Tradicionalmente se reconocen dos tipos pre emergente, la cual afecta semillas en proceso de germinación antes de que emerjan estas, aún infectadas, pueden germinar, pero a los pocos días se debilitan, sufriendo pudrición, marchitamiento, necrosis de tallo y raíces, amarillamiento y muerte prematura (Tierra M, 2018, p 1).

Y el post emergente, afectarán a plántulas jóvenes antes de que los tallos se lignifiquen estos hongos descompondrán los tejidos del tallo y la raíz en las plántulas debajo de la superficie del suelo (Tierra M, 2018, p 1).

Los principales agentes causantes del Damping Off son *Pythium spp.*, *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Bortrytis cinerea*, *Macrophomina phaseoli*, *Phyllosticta spp.*, *Phytophthora spp.*, *Sclerotium rolfsii*, *Thielaviopsis spp.* y *Pseudomonas spp.*, lo más curioso de este síndrome es que estos hongos pueden estar en el suelo todo el tiempo presentes, se ocasiona el problema cuando se dan condiciones ambientales adecuadas para proliferar y volverse patógenos: Altos niveles de humedad, bajas temperaturas en el suelo, mala circulación del aire y un mal drenaje en el suelo (Tierra M, 2018, p 1)

2.2.22. *Variables*

2.2.22.1. *Diámetro de cuello (DAC) de la plántula.*

Indicador que mostrara la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas de la planta variable expresada en milímetros (mm) establece como indicadores de calidad de una planta la altura, el diámetro de cuello, señalando que mientras mayor es el diámetro y el peso fresco de una planta, mejor será la calidad de ella (Quiroz et al, 2009, p 41).

2.2.22.2. *Altura*

Relacionada con la capacidad fotosintética y la superficie de transpiración, es por ello que las plantas más altas podrían lidiar mejor con la vegetación competidora, aunque esto va a implicar una buena salud fisiológica y un sistema radicular adecuado expresada por lo general en (cm) (Quiroz et al, 2009, p 41).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la investigación

La investigación busca una alternativa para la regeneración de la especie forestal *Swietenia macrophylla* King caoba debido a que esta se encuentra en un estado de especie con aprovechamiento condicionada por la sobreexplotación que ha sufrido a lo largo de muchos años ya que se trata de una madera cotizada a nivel mundial, por esta razón se enfocaron 4 sustratos buscando el ideal tanto para el desarrollo de altura, diámetro de altura de cuello de la plántula, número de hojas, cálculo del porcentaje de germinación y porcentaje de supervivencia. Además, los precios de los sustratos son accesibles económicamente a manera que la producción tengo bajos costos obteniendo ganancias todo esto se realizó bajo condiciones de vivero en el cantón Morona parroquia Proaño.

3.2. Nivel de investigación

Es una investigación básica de tercer nivel, cuya finalidad es que sirva como base para futuras investigaciones sobre propagación sexual. Está enfocada para contribuir a estudios técnicos y ambientales que generen alternativas sobre la tala indiscriminada de especies en estado de condicionadas ayudando así a asumir la presión que se ha generado sobre el bosque.

3.3. Diseño de la investigación

3.3.1. Análisis estadísticos

En base al desarrollo vegetativo de *Swietenia macrophylla* King. Con la aplicación del diseño de bloques completos al azar. Ubicando 4 tratamientos 3 repeticiones con un total de 360 individuos.

3.3.1.1. Distribución de ensayo

La tabla 3-3 muestra los sustratos que están compuestos por arena de río la cual se obtuvo de un río de la zona, tierra encontrada en la zona de armado del ensayo y abono orgánico que está conformado de residuos orgánicos de mercados y aserrín de chonta mediante un proceso de picado y volteo.

Tabla 3-3: Sustratos utilizados

Factor	Sustratos
T1	Testigo: Arena
T2	Tierra 50%, Arena 20%, abono orgánico 30%.
T3	Tierra 40%, Arena 25%, abono orgánico 35%.
T4	Tierra 30%, Arena, 30%, abono orgánico 40%.

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 4-4 indica la distribución ensayo en campo el que consto de a tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento.

Tabla 4-4: Distribución del ensayo de campo

T4R3	T2R2	T4R1
T4R2	T3R1	T1R2
T2R3	T1R3	T3R2
T1R1	T2R1	T3R3

Realizado por: Yari, K. 2022

3.3.2. *Análisis*

Durante el ensayo de campo se trabajó con 12 bloques, 4 tratamientos y 3 repeticiones ubicados en bloques completos al azar, una vez germinadas las plántulas los datos fueron tomados a los 15, 30 y 45 días para tener una diferenciación y obtener los porcentajes de germinación y supervivencia.

Con el Software estadístico InfoStat, se realizó la prueba de Shapiro-Wilks, en donde se pudo observar un nivel de significancia, a continuación, se realizó la prueba de tukey al 5% para obtener el Adeva y determinar si la hipótesis alternante en aceptada o rechazada y establecer que sustrato es el mejor para la propagación de *Swietenia macrophylla* King.

3.4. Tipo de estudio

El presente trabajo se enmarca en una investigación de campo debido a que se trabajó implementando un vivero forestal temporal en donde se utilizó 4 tipos de sustratos que nos permitieron evaluar el desarrollo vegetativo, la propagación y adaptación de esta especie condicionada.

3.5. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.5.1. Caracterización del lugar

3.5.1.1. Localización

La presente investigación se realizó en la Parroquia General Proaño, perteneciente al cantón Morona, Provincia de Morona Santiago.

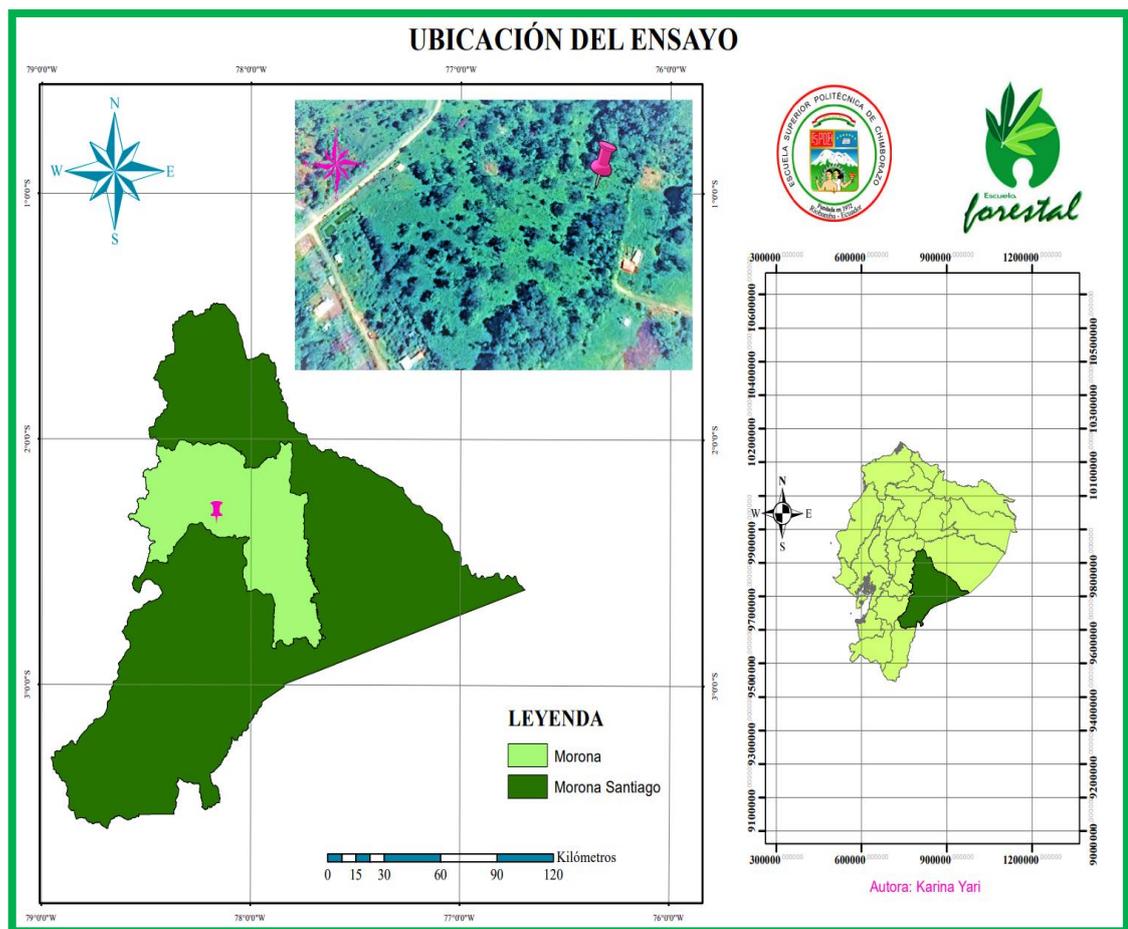


Ilustración 1-3: Ubicación Geográfica del Ensayo

Realizado por: Yari Heredia, Karina, 2022

3.5.2. Ubicación geográfica

El presente trabajo se realizó en la Parroquia General Proaño, Cantón Morona, con una extensión de 6807,95 ha. Equivalente a 68,08 km² la misma se encuentra a una altitud de altitud promedio es de 1000 m.s.n.m. (GADP 2019, pp:30-31).

3.5.3. Características climatológicas

Con una la temperatura de acuerdo con el GADP General Proaño, 2019, pp: 30-31 oscila entre los 16°C y los 22°C y precipitaciones de 2500mm hasta los 3000mm y la humedad relativa anual promedio en la región es de 87,04mm.

3.5.4. Clasificación ecológica

El cantón Morona cuenta con diferenciadas zonas ecológicas:

Bosque siempreverde de tierras bajas

Este tipo de vegetación incluye los bosques sobre colinas mediante disectadas y bosques sobre tierras planas bien drenadas, es decir no inundables, y los bosques en tierras planas pobremente drenados. Los últimos podrían ser caracterizados como tipos de bosques diferentes (Sierra, R. 1999, p 110).

Bosque siempreverde sobre mesetas de arenisca de la cordillera del Cóndor en la baja Amazonía ecuatoriana

Bioclima pluvial, infra tropical altitudinal < 500 m Relieve general de tierras bajas, macro relieve Cordillera, meso relieve mesa, biogeografía la región Amazonía, Provincia Amazonía Nor-Occidental, sector de la cordillera Amazónicas, fenología: Siempreverde (MAATE, 2012, pp 33-37).

3.6. Materiales y equipos

3.6.1. Materiales campo

Agua, balde, Clavos, guadua, martillo, fundas plásticas (vivero), Libreta de campo, Lápiz, plástico de invernadero, regadera, regla, Zaran,

3.6.2. Equipos de campo

Calibrador pie de rey digital, teléfono celular.

3.6.3. Materiales de oficina

Computadora (Hp Core i5 11 generación), impresora (Epson), hojas de papel bond formato A4, programa ArcGIS pro, Word, Exel.

3.6.4. Insumos

Abono orgánico, arena de río, semillas de *Swietenia macrophylla* King (caoba ahuano), vitavax.

3.7. Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el presente proyecto de investigación se ejecutará las siguientes actividades:

3.7.1. Para el cumplimiento del primer objetivo: Evaluar el desarrollo vegetativo de la especie *Swietenia macrophylla* King en condiciones de vivero sometidas a distintos tratamientos.

3.7.1.1. Instalación y construcción del vivero temporal

Esta investigación se llevó a cabo para determinar cuál de los 4 sustratos utilizados es el mejor en la propagación de *Swietenia macrophylla* King (caoba ahuano) iniciando con la construcción de un vivero al que se lo construyó con las siguientes medidas de 2,50m de alto con 6m de largo y 3m de ancho las camas se ubicaron a 1,50 cm del suelo con el fin de evitar humedad y el ensayo quede totalmente aislado además se colocó una cuerda alrededor de todas las camas con una separación de 10cm para evitar incidentes una vez que se coloquen las fundas en la parroquia General Proaño que pertenece al Cantón Morona coordenadas: 820364.00 m E y 9756088.00 m S, su construcción tomo 4 días.

3.7.1.2. Semillas

Las semillas se las obtuvieron por medio de la recolección de frutos de caoba de árboles encontrados en la región amazonica provincia de Pastaza ciudad del Puyo estos contaban con

características en diámetro, forma, longitud de fuste, buen grosor de corteza, resistencia, densidad y profundidad en la copa.

3.7.1.3. Preparación del sustrato y enfundado

Los sustratos fueron preparados con un balde de 1 galón para evitar errores, se puso cada proporción de tierra, arena de río y abono orgánico en un contenedor posterior a eso con las manos se mezcló para obtener un compuesto homogéneo esta actividad tomo 30 minutos por tratamiento a excepción de la arena que es el testigo.

Para el enfundado se realizó en fundas de polietileno cuyas medidas son 10 x 15 cm, los sustratos se colocaron tomando 90 fundas para cada uno en un total de 360 individuos, el llenado se realizó con el sustrato seco tomando la bolsa plástica llenándola y oprimiendo continuamente con los dedos, se da un pequeño golpe en la base sólida para que no queden espacios de aire. Se va repitiendo hasta que el sustrato quede a un centímetro debajo de la capacidad de la funda plástica, poniendo mucha atención de no compactar demasiado debido a que se puede afectar el desarrollo de la raíz. Esta actividad tomo 3 días.

Los sustratos escogidos fueron tomados primero por ser económicamente rentables así se puede crear una opción para la producción de caoba, además de tomar en cuenta que los suelos de la región amazonica en su mayoría tienen una composición de tierra, arena y abono debido a la descomposición de las hojas en bosques propios de la región.

3.7.1.4. Desinfección

Se preparo una mezcla de vitavax 200 colocando 2 cm con una gerenguilla por cada litro de agua todo eso se agregó en una bomba de agua para desinfectar todo el vivero.

3.7.1.5. Tratamientos pre germinativos

Posterior a la siembra las semillas fueron remojadas 24 horas en agua fría para ayudar en la germinación.

3.7.1.6. Siembra

Se sembraron las semillas de manera vertical a 3 cm de profundidad para cubrir totalmente las semillas haciendo que las condiciones sean adecuadas para la germinación, utilizando 2 semillas por funda. Las fundas se ubicaron a 4 cm de separación una de la otra con su etiqueta para reconocimiento. Se realizo en vivero para que las gotas de lluvia no descubran a las semillas.

3.7.1.7. Prácticas culturales

3.7.1.8. Riego

El riego se realizó los martes, jueves y sábado aplicándolo de manera profunda para que las semillas reciban suficiente humedad y su germinación sea positiva.

3.7.1.9. Deshierbe

Se realizó cada semana para controlar el crecimiento de malezas.

3.7.1.10. Toma de datos

Una vez que las semillas germinaron se procedió a la toma de datos primero se contaron todos los individuos para determinar el porcentaje de germinación y a los 45 días se volvió a contar para determinar el porcentaje de supervivencia, además los datos de las alturas con una regla en cm, el diámetro de altura de cuello de la plántula con un calibrador pie de rey digital, el número de hojas por conteo. Todo este proceso se realizó para cada plántula con una duración 4 horas cada 15 días para así constatar las diferencias en desarrollo vegetativo.

Para determinar los porcentajes de geminación y supervivencia se calcularon de acuerdo con las fórmulas establecidas de acuerdo con cada porcentaje tomando primero el conteo de todas las semillas geminadas dividido para el numero de semillas sembradas y para la supervivencia se tomó el número de semillas vivas a los 45 días por el número de semillas plantadas.

3.7.2. Porcentaje de germinación

La metodología utilizada según (Laurentin, H. 2019, p 2) indica que el porcentaje real de todas las semillas de la muestra que han germinado durante las pruebas, para ajustar el número de semillas durante la siembra, además se puede comparar la calidad de las semillas usadas.

$$CG(\%) = \frac{N.\text{de semillas germinadas}}{N^\circ \text{ de semillas sembradas}} * 100$$

3.7.3. Supervivencia de plantas

La metodología utilizada según (Aguirre, et al., 2019, p. 331). indica que la capacidad de sobrevivir que poseen las plantas, determinada en base a la relación porcentual entre el número de plantas establecidas y el número de plantas vivas encontrada al momento de la medición

$$S = \% \frac{\# \text{ Plantas vivas}}{\# \text{ semillas}} * 100$$

3.7.4. Cumplimiento del segundo objetivo: Determinar el mejor sustrato para la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* King.

3.7.4.1. Hojas verdaderas

De acuerdo con (Casanovas, E. 2011, p1) las hojas que aparecerán después de los cotiledones las que tendrán un aspecto similar al follaje de la planta. Pero, de tamaño muy pequeño.

3.7.4.2. Diámetro de cuello de la plántula (DAC)

Quiroz, I et al., 2015, p. 43 indica que es un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia arriba, resistencia mecánica y la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas. Expresada generalmente en milímetros (mm), mientras mayor es el diámetro la planta, mejor será la calidad de ella.

Debido a esto se tomaron los datos con un calibrador electrónico a los 15, 30 y 45 días de la germinación de las plántulas.

3.7.4.3. Altura de la planta.

Se tomó la altura de los 360 individuos desde la base del tallo hasta el ápice de la planta a los 15, 30 y 45 días de haber germinado las plántulas.

3.7.4.4. Registro (número de hojas, diámetro de cuello, altura)

Se llevó un registro cada 15 días sobre el desarrollo de las plantas germinadas, con lo que se pudo observar las diferencias tanto el crecimiento por medio de la altura el desarrollo vascular con el diámetro de altura de cuello de la plántula y el número de hojas que fueron teniendo las plántulas dependiendo del sustrato en el que se encontraban.

3.7.4.5. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar para ello se utilizó el software estadístico InfoStat, en el que primero se realizó la prueba de normalidad Shapiro wilks para determinar si los datos son normales, después se realizó una prueba de Tukey al 5% para determinar los niveles de significancia en los resultados obtenidos con el ensayo realizado. Estas pruebas se realizaron tanto para los porcentajes de germinación, supervivencia, alturas, diámetro de altura de cuello de la planta y número de hojas.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Cumplimiento del primer objetivo: Evaluar el desarrollo vegetativo de la especie *Swietenia macrophylla* King en condiciones de vivero sometidas a distintos tratamientos.

4.1.1. Porcentaje de germinación

La tabla 5-4 muestra los cálculos de porcentaje de germinación donde alcanzaron a nivel general las semillas un porcentaje de 71% %. Al analizar sustrato por sustrato se puede notar el tratamiento 2 muestra un porcentaje de germinación del 92,2 %, frente a un 44,4% que muestra el tratamiento 4 tierra 30%, Arena, 30%, abono orgánico 40%.

Tabla 5-4: Porcentaje de Germinación

Tratamiento	P Germinadas	Porcentaje
T1	70	77,8%
T2	83	92,2%
T3	61	67,8%
T4	40	44,4%
Promedio		71%

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 6-4 muestra la Prueba de medias Tukey al 5% indicando que hay diferenciación ente el T2 y el T4.

Tabla 6-4: Prueba de medias de Tukey al 5%

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2	92,2	3	7,54	A	
T1	77,77	3	7,54	A	B
T3	67,77	3	7,54	A	B
T4	44,43	3	7,54		B

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 7-4 indica que, para el porcentaje de germinación mediante el análisis de varianza, existen diferencias significativas ($p < 0,05$) con un resultado de 0,0121 menor a 0.05 lo que demuestra que el T1 es mejor sobre el T4 en la germinación de *Swietenia macrophylla* King.

Tabla 7-4: Análisis de Varianza para la Germinación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3631,89	3	1210,63	7,1	0,0121
Tratamiento	3631,89	3	1210,63	7,1	0,0121
Error	1364,6	8	170,58		
Total	4996,49	11			

Realizado por: Yari, K. 2022

4.1.2. Porcentaje de supervivencia de plantas

En la tabla 8-4 se observan los cálculos de supervivencia indicando que a nivel general las plántulas han podido adaptarse bien al medio y a los sustratos con un porcentaje de 70,6%. Al analizar sustrato por tratamiento se puede notar claramente que el sustrato un mejor porcentaje de supervivencia con un 92.2%, frente a un 51,11% que muestra el tratamiento 4 tierra 30%, Arena, 30%, abono orgánico 40% que indica que no es el ideal para que la especie *Swietenia macrophylla* King puedan adaptarse y sobrevivir.

Tabla 8-4: Porcentaje de Supervivencia

Tratamiento	N° Plantas Vivas	Porcentajes
T1	64	71,1%
T2	83	92,2%
T3	61	67,8%
T4	46	51,1%
Promedio		70,6%

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 9-4 muestra la Prueba de medias Tukey al 5% demostrando que hay diferencias significativas ente medias del tratamiento 2 y 4 ubicándose en el A y B.

Tabla 9-4: Prueba de medias tukey al 5% supervivencia

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2	92,2	3	6,33	A	
T1	71,1	3	6,33	A	B
T3	67,77	3	6,33	A	B
T4	51,13	3	6,33		B

Realizado por: Yari, K. 2022

En la tabla 10-4 se observan los resultados mediante el análisis de la varianza, el porcentaje de supervivencia muestra que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) con un resultado de 0,121 menor a 0.5 del análisis de varianza indicando que el tratamiento 2 fue en el que las plántulas lograron sobrevivir.

Tabla 10-4: Análisis de Varianza porcentaje de supervivencia

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	2561,34	3	853,78	7,1	0,0121
Tratamiento	2561,34	3	853,78	7,1	0,0121
Error	962,37	8	120,3		
Total	3523,71	11			

Realizado por: Yari, K, 2022

4.2. Cumplimiento del segundo objetivo: Determinar el mejor sustrato para la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* King.

4.2.1. Altura, DAC de la plántula y número de hojas a los 15 días de germinación.

4.2.1.1. Altura

La tabla 11-4 de alturas a los 15 días indica que en centímetros el tratamiento 2 y 3 muestran resultados relativamente similares.

Tabla 11-4: Altura a los 15 días de germinación

Tratamiento	Altura (cm) 15 días
T1	32,3
T2	38,8
T3	38,2
T4	24,7

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 12-4 muestra la separación de medias según tukey 5% porcentaje de altura a los 15 días de haber germinado, indicando que el tratamiento 2 y 4 tienen diferencias significativas por ello se ubican en A y B.

Tabla 12-4: Separación de medias tukey al 5% altura 15 días

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2	12,93	3	0,75	A	
T3	12,73	3	0,75	A	
T1	10,77	3	0,75	A	B
T4	8,2	3	0,75		B

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 13-4 muestra que, de acuerdo con los resultados mediante el análisis de la varianza, el crecimiento en altura a los 15 días de haber germinado muestra que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) indicando al tratamiento 2, Tierra 50%, Arena 20%, abono orgánico 30% y sustrato 3 Tierra 40%, Arena 25%, abono orgánico 35% con diferencia poco significativas.

Tabla 13-4: Análisis de varianza, altura a los 15 días.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	44,74	5	8,95	5,32	0,0327
Repetición	1,13	2	0,57	0,34	0,7269
Sustratos	43,61	3	14,54	8,65	0,0134
Error	10,09	6	1,68		
Total	54,83	11			

Realizado por: Yari, K. 2022

4.2.1.2. DAC de la plántula

La tabla 14-4 indica el diámetro de altura de cuello de la plántula indica que tanto el tratamiento 2 y 3 muestran resultados relativamente similares.

Tabla 14-4: Diámetro de altura de cuello de la plántula 15 días

Tratamiento	DAC (mm) plántula 15 días
T1	44,8
T2	46,6
T3	46,3
T4	48,8

Realizado por: Yari, K. 2022

En la tabla 15-4 la separación de medias según tukey 5% diámetro de altura de cuello de la plántula a los 15 días de haber germinado indica que las medias no tienen diferencias significativas.

Tabla 15-4: Separación de medias Tukey al 5% DAC de la plántula 15 días

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	15,53	3	0,27	A
T3	15,43	3	0,27	A
T1	14,93	3	0,27	A
T4	14,93	3	0,27	A

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 16-4 muestra los resultados mediante el análisis de la varianza, el diámetro de altura de cuello a los 15 días de germinación muestra que existen diferencias significativas ($p < 0, 05$) indicando al tratamiento 2, tierra 50%, Arena 20%, abono orgánico 30% y tratamiento 3 Tierra 40%, Arena 25%, abono orgánico 35% con diferencia poco significativas.

Tabla 16-4: Análisis de Varianza DAC de la plántula 15 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	1,61	5	0,32	1,51	0,3133
Repetición	0,69	2	0,34	1,61	0,2757
Sustratos	0,92	3	0,31	1,44	0,321
Error	1,28	6	0,21		
Total	2,89	11			

Realizado por: Yari, K. 2022

4.2.1.3. Numero de hojas 15 días.

La tabla 17-4 indica el número de hojas a los 15 días de haber geminado que muestra al tratamiento 2 con mejor el resultado.

Tabla 17-4: Número de hojas a los 15 días

Tratamiento	N° Hojas 15 días
T1	10,7
T2	11,6
T3	12,0
T4	9,5

Realizado por: Yari, K. 2022.

La tabla 18-4 indica Separación de medias tukey 5% número de hojas a los 15 días de haber germinado mostrando que todas las medias están ubicadas en el nivel A, sin diferencias significativas.

Tabla 18-4: Separación de medias tukey 5% número de hojas

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	4	3	0,18	A
T2	3,87	3	0,18	A
T1	3,57	3	0,18	A
T4	3,17	3	0,18	A

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 19-4 muestra que, según los resultados mediante el análisis de la varianza, el número de hojas los 15 días de germinación, ($p < 0, 05$) indicando que no existe diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 19-4: Análisis de Varianza Número de hojas 15 días.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	1,48	5	0,3	2,97	0,1085
Repetición	0,25	2	0,12	1,24	0,3554
Sustratos	1,23	3	0,41	4,13	0,0658
Error	0,6	6	0,1		
Total	2,07	11			

Realizado por: Yari, K. 2022

4.2.2. *Altura, DAC y número a los 30 días de germinación.*

4.2.2.1. *Altura*

La tabla 20-4 muestra que a los 30 días el desarrollo de la plántula comienza a notarse más en el tratamiento 2 con una altura en centímetros de 43.8 sobre los demás.

Tabla 20-4: Altura de la plántula 30 días

Tratamiento	Altura (cm) 30 días
T1	32,4
T2	43,8
T3	41,7
T4	33,1

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 21-4 indica la separación de medias tukey 5% porcentaje de altura a los 30 días de haber germinado colocando al tratamiento 2 y 1 con diferencias significativas ubicándose en el A y B.

Tabla 21-4: Separación de medias tukey% altura 30 días.

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T2	14,6	3	0,45	A	
T3	13,9	3	0,45	A	
T4	11,07	3	0,45		B
T1	10,77	3	0,45		B

Realizado por: Yari, K. 2022

En la tabla 22-4 los resultados mediante el análisis de la varianza, el crecimiento en altura a los 30 días de haber germinado muestra que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) indicando al tratamiento 2, Tierra 50%, Arena 20%, abono orgánico 30% con mejor porcentaje.

Tabla 22-4: Análisis de Varianza Altura 30 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	38,34	5	7,67	12,63	0,0039
Repetición	4,13	2	2,07	3,4	0,1028
Sustratos	34,2	3	11,4	18,78	0,0019
Error	3,64	6	0,61		
Total	41,98	11			

Realizado por: Yari, K. 2022.

4.2.2.2. DAC de la plántula 30 días

En la tabla 23-4 se muestra que a los 30 días de haber germinado la plántula los resultados obtenidos en mm ponen al tratamiento 2 con el de más alto con un valor de 51.5 mm.

Tabla 23-4: Diámetro de altura de cuello a los 30 días.

Tratamiento	DAC (mm) plántula 30 días
T1	46,3
T2	51,5
T3	46,8
T4	45,9

Realizado por: Yari, K. 2022

En la tabla 24-4 la separación de medias tukey 5% diámetro de altura de cuello de la plántula a los 30 días de haber germinado indicando que el tratamiento 2 en el que se diferencia notablemente representado con la letra A

Tabla 24-4: Separación de medias tukey 5% DAC de la plántula a los 30 días

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2	17,17	3	0,24	A	
T3	15,6	3	0,24		B
T1	15,43	3	0,24		B
T4	15,3	3	0,24		B

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 25-4 muestra los resultados de la mediante el análisis de la varianza, el diámetro de altura de cuello a los 30 días de germinación muestra que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) indicando al tratamiento 2, tierra 50%, Arena 20%, abono orgánico 30% con el mejor porcentaje.

Tabla 25-4: Análisis de la varianza, el diámetro de altura de cuello a los 30 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	7,05	5	1,41	7,92	0,0128
Repetición	0,25	2	0,12	0,69	0,5383
Sustratos	6,81	3	2,27	12,75	0,0052
Error	1,07	6	0,18		
Total	8,12	11			

Realizado por: Yari, K. 2022

4.2.2.3. Numero de hojas a los 30 días

La tabla 26-4 muestra que no hay mayor diferencia en el número de hojas a los 30 días de haber geminado la plántula debido a que el tratamiento 2 y 3 muestran resultados relativamente similares.

Tabla 26-4: Número de hojas a los 30 días

Tratamiento	N° Hojas 30 días
T1	10,8
T2	12,9
T3	12,8
T4	12,0

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 27-4 indica la separación de medias tukey al 5% a los 30 días de haber germinado indicando que el tratamiento 3 y 1 con diferencias significativas ubicándose en el A y B.

Tabla 27-4: Separación de medias tukey al 5% Número de hojas

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3	4,3	3	0,1	A	
T2	4,3	3	0,1	A	
T4	4	3	0,1	A	B
T1	3,57	3	0,1		B

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 28-4 muestra que según los resultados de la mediante el análisis de la varianza, el número de hojas los 30 días de germinación, muestra que existen diferencias significativas ($p < 0, 05$) indicando que no existe diferencias significativas entre sustratos.

Tabla 28-4: Análisis de la varianza, número de hojas a los 30 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	1,13	5	0,23	7,78	0,0134
Repetición	0,05	2	0,03	0,89	0,4602
Sustratos	1,08	3	0,36	12,37	0,0056
Error	0,18	6	0,03		
Total	1,31	11			

Realizado por: Yari, K. 2022

4.2.3. *Altura, DAC y número a los 45 días de germinación.*

4.2.3.1. *Altura a los 45 días*

La tabla 29-4 indica que después de haber transcurrido 45 días de haber geminado las plántulas el tratamiento con mejores resultados en el 2 con una altura de 45,3 cm.

Tabla 29-4: Altura a los 45 días

Tratamiento	Altura (cm) 45 días
T1	31,5
T2	45,2
T3	43,3
T4	35,8

Realizado por: Yari, K. 2022

En la tabla 30-4 la separación de medias Tukey 5% porcentaje de altura a los 45 días de germinación. Muestra que el tratamiento 2 es mejor en relación con el tratamiento 1.

Tabla 30-4: Separación de medias Tukey 5% Altura a los 45 días

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T2	20,4	3	0,36	A		
T3	14,4	3	0,36		B	
T4	11,9	3	0,36			C
T1	10,53	3	0,36			C

Realizado por: Yari, K. 2022

En la tabla 31-4 los resultados mediante el análisis de la varianza, el crecimiento en altura a los 45 días de haber germinado muestra que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) indicando al tratamiento 2, Tierra 50%, Arena 20%, abono orgánico 30% con mejor porcentaje.

Tabla 31-4: Análisis de varianza, el crecimiento en altura a los 45 días.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	173,54	5	34,71	91,14	<0,0001
Repetición	2,04	2	1,02	2,68	0,1473
Sustratos	171,5	3	57,17	150,11	<0,0001
Error	2,29	6	0,38		
Total	175,83	11			

Realizado por: Yari, K. 2022

4.2.3.2. DAC de la plántula a los 45 días.

La tabla 32-4 indica que el diámetro de altura de cuello a los 45 días de haber germinado la planta muestra mejores resultados el tratamiento 2 con 54,8 mm.

Tabla 32-4: Diámetro de altura de la plántula 45 días

Tratamiento	DAC (mm) de la plántula 45 días
T1	49,3
T2	54,8
T3	48,8
T4	49,5

Realizado por: Yari, K. 2022

En la tabla 33-4 separación de medias tukey 5% diámetro de altura de cuello de la plántula a los 45 días de haber germinado indica que el tratamiento 2 y 3 tienen diferencias significativas ya que se ubican en el A y B.

Tabla 33-4: Separación de medias tukey al 5% DAC 45 días

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T2	18	3	0,32	A	
T4	16,5	3	0,32	A	B
T1	16,43	3	0,32		B
T3	16,27	3	0,32		B

Realizado por: Yari, K. 2022

En la tabla 34-4 Según los resultados de la mediante el análisis de la varianza, el diámetro de altura de cuello a los 45 días de germinación muestra que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) indicando al tratamiento 2, tierra 50%, Arena 20%, abono orgánico 30% con el mejor porcentaje.

Tabla 34-4: Análisis de varianza, el diámetro de altura de cuello a los 45 días.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,47	5	1,29	4,28	0,0527
Repetición	0,62	2	0,31	1,03	0,4138
Sustratos	5,85	3	1,95	6,45	0,0263
Error	1,81	6	0,3		
Total	8,28	11			

Realizado por: Yari, K. 2022

4.2.3.3. Numero de hojas a los 45 días.

La tabla 35-4 indica que a los 45 días de haber germinado la plántula el tratamiento 2 muestra los mejores resultados con un número de 15 hojas en total.

Tabla 35-4: Altura 45 días

Tratamiento	Nº Hojas 45 días
T1	12,4
T2	15,0
T3	12,4
T4	12,9

Realizado por: Yari, K. 2022

La tabla 36-4 muestra la separación de medias tukey 5% número de hojas a los 45 días de haber germinado indicando que el tratamiento 3 y 1 tienen diferencias significativas por ende están ubicados en el bloque A y B.

Tabla 36-4: Separación de medias tukey 5% número de hojas a los 45 días

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3	4,3	3	0,1	A	
T2	4,3	3	0,1	A	
T4	4	3	0,1	A	B
T1	3,57	3	0,1		B

La tabla 37-4 indica los resultados de la mediante el análisis de la varianza, el número de hojas los 4 días de germinación, muestra que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) indicando al tratamiento 2, tierra 50%, Arena 20%, abono orgánico 30% con el mejor porcentaje.

Tabla 37-4 análisis de la varianza, el número de hojas los 45 días

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,58	5	0,32	3,75	0,0694
Repetición	0,05	2	0,02	0,28	0,7677
Sustratos	1,54	3	0,51	6,06	0,0301
Error	0,51	6	0,08		
Total	2,09	11			

Realizado por: Yari, K, 2022

La ilustración 2-4 la altura a los 15, 30 y 45 días de haber germinado la plántula lo que denota que el tratamiento 2 a los 45 días muestra mejores resultados en el desarrollo de la plántula.

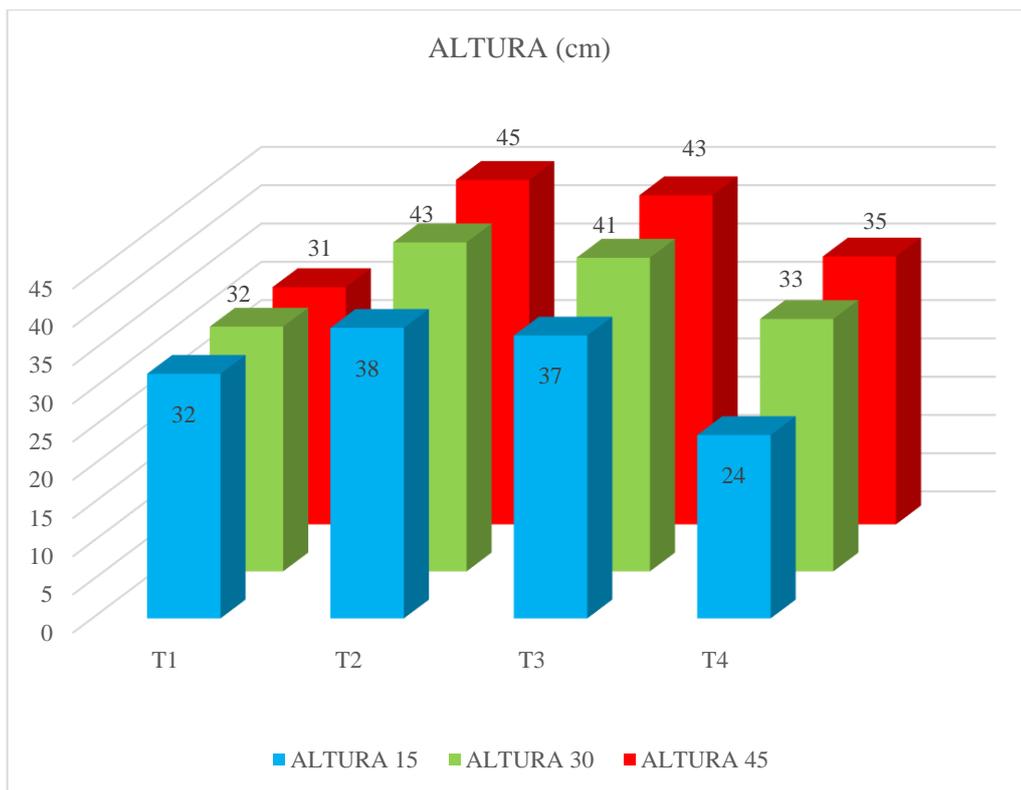


Ilustración 2-4 Altura 15,30 y 45

Realizado por: Yari, K, 2022

Discusión: de acuerdo con Manzaba, B. 2022, p 25 los resultados obtenidos dentro de la empleabilidad, de los tres tipos de sustratos sobre el crecimiento inicial en etapa de vivero de *Swietenia macrophylla*, el sustrato conformado en mayor porcentaje por materia orgánica (30% Tierra negra – 30% arena – 40% materia orgánica) fue el que presentó el mejor efecto sobre las plántulas al obtener un mejor desarrollo de las mismas. El estudio por el contrario demostró que el sustrato compuesto por tierra 50%, arena 20%, abono orgánico 30% presenta mejores alturas a los 15, 30 y 45 días.

En la ilustración muestra 3-4 el diámetro de altura de cuellos de la plántula a los 15, 30 y 45 notándose la dominancia del tratamiento 2 a los 45 días de la germinación.

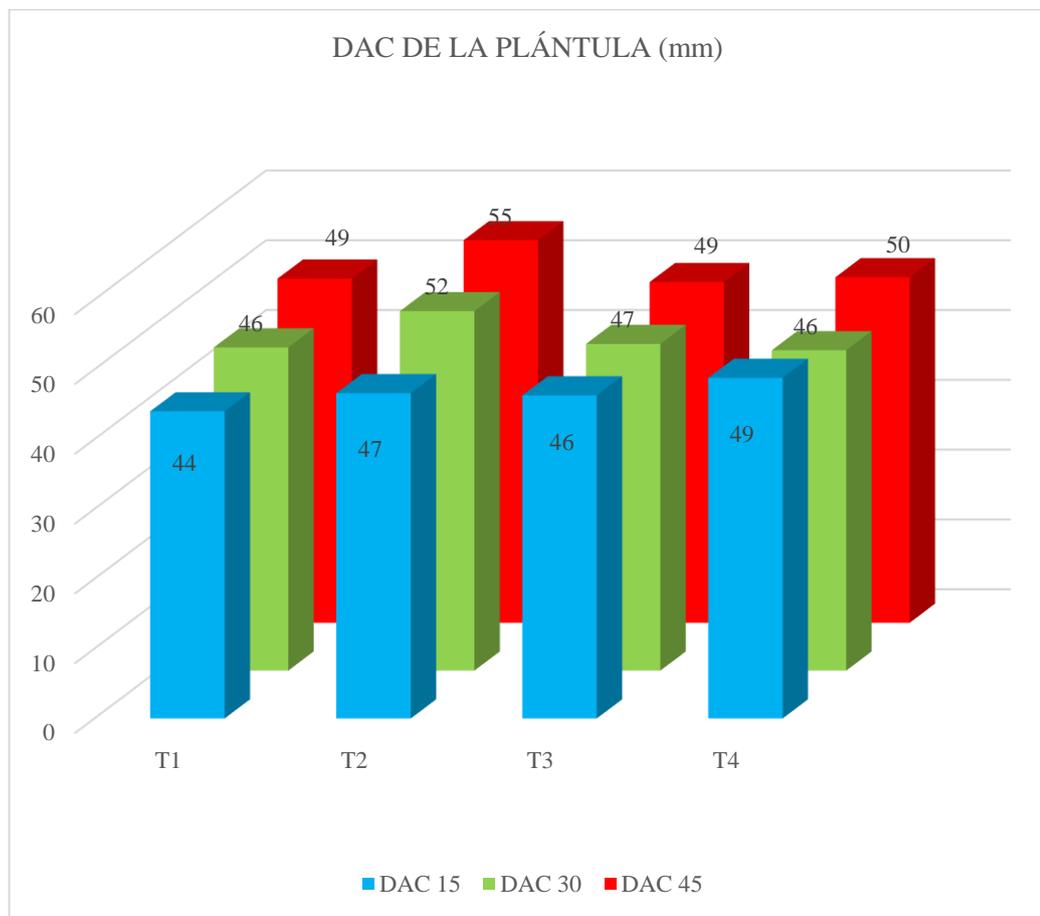


Ilustración 3-4: DAC de la plántula 15, 30 y 45 días.

Realizado por: Yari, K, 2022

Discusión: de acuerdo con Verde, M. 2014, p 83 Hubo mejores efectos sobre el diámetro del tallo en la combinación sustrato tipo 2 (con bokashi), el estudio actual indica que el mejor sustrato para la variable diámetro de altura de cuello de la plántula es el compuesto por tierra 50%, arena 20%, abono orgánico 30% una vez se han obtenido los resultados de los datos generados en el ensayo de campo.

La ilustración 4-4 indica el número de hojas de las plántulas para evaluar el desarrollo vegetativo mostrando al tratamiento 2 como el mejor a los 45 días de haber germinado.

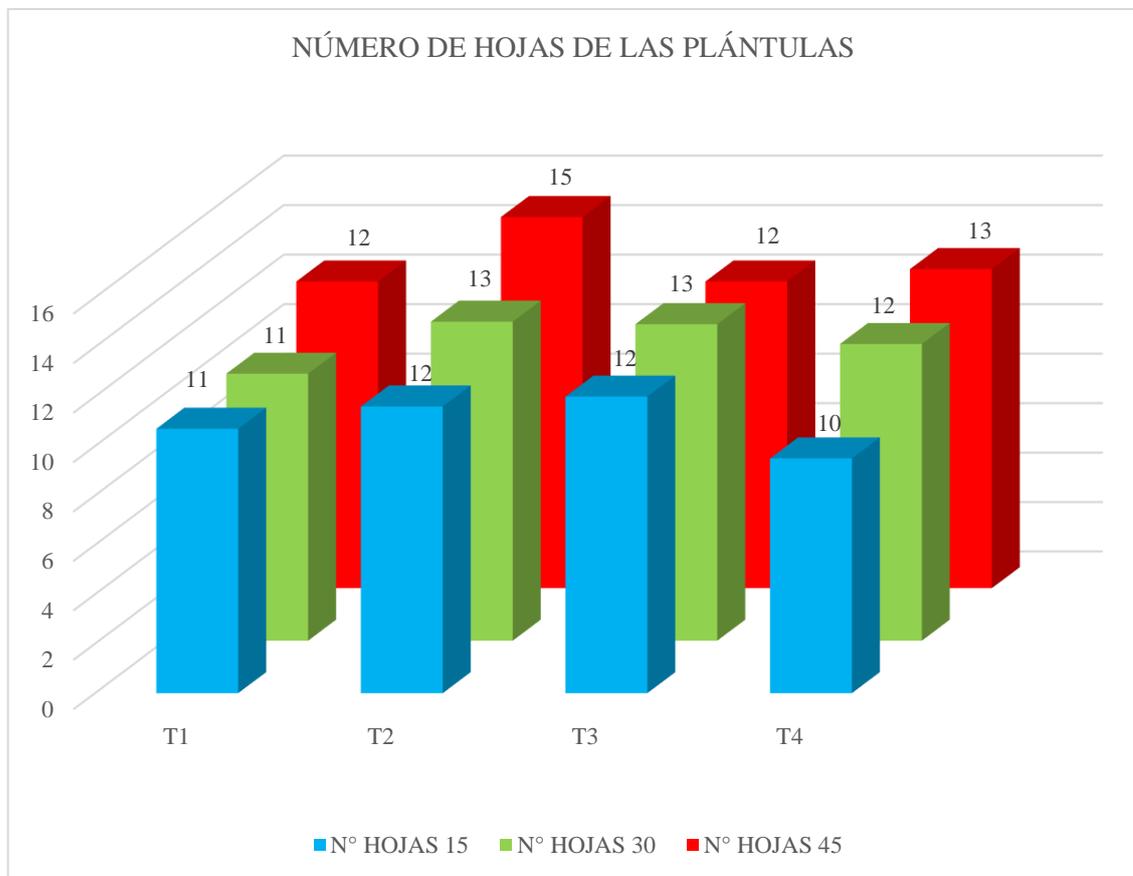


Ilustración 4-4: Numero de hojas 15, 30 y 45 días

Realizado por: Yari, K, 2022

Discusión: de acuerdo con Macusaya M, 2012, p71 el sustrato más adecuado es la mezcla de 45% aserrín + 55% tierra del lugar, con las que se alcanzaron mayor número de hojas. Pero el actual estudio indica que el mejor sustrato para la variable número de hojas es el compuesto por tierra 50%, arena 20%, abono orgánico 30% debido a los resultados obtenidos después de una toma de datos a los 15, 30 y 45 días de haber geminado las semillas después de la obtención de los resultados a través de los datos tomados.

4.3. Discusión de resultados

Macusaya M, 2012, p71 Menciona que el sustrato con el que mejor resultado para *Swietenia macrophylla* King es el compuesto por 45% aserrín + 55% tierra del lugar ya que con este se alcanzaron mayores alturas de planta, mayor diámetro de raíz, mayor número de hojas y mayores raíces secundarias.

El presente estudio de campo demostró que el sustrato en el que mejor germina sobrevive, tiene alturas mayores, diámetros de altura de cuello la plántula y numero de hojas es el compuesto por tierra 50%, arena 20%, abono orgánico 30% ya que mostros altos porcentajes de germinación y supervivencia además de alturas, DAC de la plántula y numero de hojas altos después de sacar el análisis estadístico dando un alto nivel de significancia de los datos tomados a los 15, 30 y 45 días de haber germinado.

También está relacionado con varias investigaciones como lo muestra Manzaba, B. 2022, p 25 ya que indica que el sustrato conformado en mayor porcentaje por materia orgánica (30% Tierra negra – 30% arena – 40% materia orgánica) fue el que presento el mejor efecto sobre las plántulas al obtener un mejor desarrollo de las mismas y Macías, E. 2019 p, 17 que para la adaptación de la caoba *Swietenia macrophylla* King tomadas de diferentes procedencias utilizo un sustrato con porcentajes de 40% de tierra normal, 30% de humus y 30% de arena río.

Tenorio, M. 2018 p 68. Indica que En los sustratos evaluados estadísticamente no hubo diferencia, pero el que mejor se comportó fue la arena de rio en la parte del umbráculo y el sustrato bm2 en el mini umbráculo, teniendo cierta relevancia ante los otros sustratos, los cuales demostraron las mejores condiciones para las necesidades germinativas de las semillas, en cuanto a cantidad y calidad de nutrientes requeridos por las plantas en sus primeros días de vida.

Además, Verde, M. 2014, p 83 dice por su lado que hubo mejores efectos sobre el diámetro del tallo en la combinación sustrato tipo 2 (con bokashi)- semillas medianas (0.49) y sustrato tipo 2 (con bokashi) - semillas grandes (0.51); mientras que la altura del plantón, relación tallo - raíz y biomasa tuvieron mejor comportamiento al utilizar la combinación sustrato tipo 1 (con tierra de bosque).

A lo que se indica mediante la evidencia obtenida de los datos tomados que el mejor sustratos para la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* King caoba son los compuestos de forma orgánica, pero por los resultados obtenidos en la investigación utilizando diferentes combinaciones en repeticiones tomando a la arena como testigo y como parte fundamental para la combinación de sustratos, pero más importante aún es que la tierra con la que se trabajó se tomó de la misma zona en la que se ubicó el vivero temporal con un material orgánico hecho de residuos de frutas mezclado con corteza de chonta y la arena en conjunto con los porcentajes de tierra 50%, Arena 20% y abono orgánico 30% afirmando entonces que es el mejor para la

geminación, supervivencia, altura, numero de hojas, DAC de la plántula y numero de hojas como se muestra en la investigación.

CONCLUSIONES

- El T1 está constituido por arena el cual fue el testigo de la investigación, mostrando que no es el óptimo para la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* King, mientras el T2 que, de acuerdo con altura, diámetro de altura de cuello de la plántula, número de hojas, porcentajes de germinación y supervivencia en cada uno de los de los datos analizados muestra resultados buenos con los componentes Tierra 50%, Arena 20% y abono orgánico 30%.
- El desarrollo vegetativo de la especie *Swietenia macrophylla* King, mostro un resultado de 71% en total de las semillas germinada, indicando que el tratamiento 2 con un 92,2 % es el más adecuado para que las plántulas germinen, frente al tratamiento 4 con un 51,11% que muestra no ser el adecuado para la germinación de esta especie.
- El porcentaje supervivencia de plantas mostro un resultado de 70,55% en total de plántulas vivas, indicando que el tratamiento 2 con un 92,22% es el mejor resultado para que las plántulas puedan vivir y desarrollarse, por otro lado, el tratamiento 4 con un 51,11% no es el más adecuado para *Swietenia macrophylla* King
- Con la investigación se infiere que se obtuvo como mejor sustrato al T2 Tierra 50%, Arena 20%, abono orgánico 30% para la reproducción sexual de *Swietenia macrophylla* King, debido a que se visualizó una mejor altura y diámetro a la altura del cuello pues presentaron mayores valores, evidenciándose un excelente vigor en la plántula, es entonces que se acepta a la hipótesis alternante al menos uno de los tratamientos incide en la propagación sexual.

RECOMENDACIONES

- Se pueden probar otros tipos de tratamientos en la propagación como el uso de hormonas, fitohormonas o fertilizantes para evaluar el desarrollo de la especie.
- Esperar al menos 20 días para empezar a tomar datos debido a que si se siembra directo en fundas las semillas comenzaran a germinar en los 15 días, pero terminaran de brotar a los 20 a 25 días.
- Las camas del invernadero deben ubicarse a una altura preferente de 1 m del suelo para evitar inconvenientes debido a la lluvia o maleza.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, B. *Abono Orgánico* [En línea]2017 [Consulta: 14 de 04 de 2022.] Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/abono-organico-que-es-tipos-beneficios-y-como-hacerlo-1992.html>

ACUERDO 125. Especies forestales de aprovechamiento condicionado para Ecuador. [En línea] 2018. [Consulta: 14 de 07 de 2022]. Disponible en: <https://mluisforestal.wordpress.com/2018/02/05/especies-forestales-de-aprovechamiento-condicionado-para-ecuador/#more-1000>.

AGUIRRE, Z, et al. *Sobrevivencia, mortalidad y crecimiento de tres especies forestales plantadas en matorral andino en el sur del Ecuador.* [En línea] 2019. [Consulta: 05 de 06 de 2022.] Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v7n3/2310-3469-cfp-7-03-325.pdf>.

AZAS, R. *DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA. TRABAJO DE TITULACIÓN.* [En línea] 2016. [Consulta: 07 de 04 de 2022.] Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10697/1/T-ESPE-002791.pdf>.

BAUER , G Y FRANCIS, J. *Swietenia macrophylla King.* [En línea] 1998. [Consulta: 14 de 07 de 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/yarik/Downloads/Swieteniamacrophylla.pdf>.

BERNABÉ, J, y otros. *EL PELIGRO DE LA BELLEZA (Caoba: especie amenazada).* [En línea] 2014. [Consulta: 14 de 07 de 2022] Disponible en: <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/peligrobellezacaobaamenazada/>.

BLOODNICK, E. *Principios básicos de los sustratos.* [En línea] 2022. [Consulta: 05 de 06 de 2022.] Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>.

CAR. *Plan de Manejo y Conservación de la caoba (Swietenia macrophylla King) para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.* [En línea] 2019. [Consulta: 18 de 07 de 2022]. Disponible en: <https://www.car.gov.co/uploads/files/60d378f29c4ac.pdf>.

CASANOVAS , E. *Los cotiledones, las hojas verdaderas.* El plantel que sufre y el sufrimiento del que empieza. [En línea] 2011. [Consulta: 05 de 06 de 2022]. Disponible en: <https://www.picaronablog.com/2011/05/los-cotiledones-las-hojas-verdaderas-el.html>.

CATIE. *Swietenia macrophylla* King. [En línea] 2010. [Consulta: 14 de 07 de 2022] Disponible en: https://guardabosqueusb.files.wordpress.com/2010/11/swietenia_macrophylla.pdf.

CISNEROS, R. *CENTRO DE INVESTIGACION Y ESTUDIOS DE POSGRADO Y AREA AGROGEODÉSICA.* [En línea] 2003. [Consulta: 05 de 06 de 2022]. Disponible en: <http://www.ingenieria.uaslp.mx/Documents/Apuntes/Riego%20y%20Drenaje.pdf>.

DORIA, J. 2010. GENERALIDADES SOBRE LAS SEMILLAS: SU PRODUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO. [En línea] 2010. [Citado el: 14 de 07 de 2022.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011.

FRANCO, N. *Plan de Manejo y Conservación de la caoba (Swietenia macrophylla King) para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR.* [En línea] 2019. [Consulta: 01 de 04 de 2022]. <https://www.car.gov.co/uploads/files/60d378f29c4ac.pdf>.

HIROZUMI , K, et al. *Manejo de Viveros Forestales.* [En línea] 2014. [Consulta: 04 de 10 de 2022]. Disponible en : <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>.

HOGAN, V. *Rescate de árboles de caoba y otras especies en peligro de extinción.* [En línea] 2020. [Consulta: 05 de 06 de 2022]. Disponible en: <https://www.humansforabundance.com/post/rescate-de-%C3%A1rboles-de-caoba-y-otras-especies-en-peligro-de-extinci%C3%B3n#:~:text=A%20pesar%20de%20que%2C%20desde,especie%20en%20peligro%20de%20extinci%C3%B3n>

IBÁÑEZ, J. *Tierra y suelo: ¿cuál es la diferencia?* [En línea] 2008. [Consulta: 16 de 04 de 2022]. Disponible en: <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/02/12/84330>.

IDEAM. *CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS Y LAS TIERRAS.* [En línea] 2015. [Consulta: 18 de 04 de 2022]. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005192/macizo/pdf/Capitulo4.pdf>.

ILBAY, L. *EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. [En línea] 2012. [Consulta: 04 de 10 de 2022] Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3173/1/Tesis-32agr.pdf>.

INFOAGRO. Las propiedades de los sustratos de cultivo. [En línea] 2017. [Consulta: 14 de 07 de 2022]. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/las-propiedades-de-los-sustratos-de-cultivo/>.

JIMENEZ, F. *VIVEROS FORESTALES*. [En línea] 2000. [Consultado: 17 de 04 de 2022] Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_06.pdf.

LAURENTIN, H. *¿Qué es la germinación? ¿Cómo determinar el porcentaje de germinación?* [En línea] 2019. [Consultado: 05 de 06 de 2022] Disponible en: <https://universidadagricola.com/que-es-la-germinacion-como-determinar-el-porcentaje-de-germinacion/>.

MACÍAS, E. *Adaptación de cuatro procedencias de *Switenia macrophylla* King (Caoba) en el cantón Jipijapa, fase vivero* [En línea] (Trabajo de Titulación). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador 2019 pp. 16-20. [Consulta: 17 de 04 de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1748/1/UNESUM-ECU-FORESTAL-2019-07.pdf>.

MENDOZA, J. *Propagación de Plantas*. [En línea] 2017. [Consultado: 05 de 06 de 2022] Disponible en: <https://formaciontecnicabolivia.org/sites/default/files/publicaciones/plantabaja.pdf>.

MOLINA. *PROPAGACION ASEXUAL*. [En línea] 2017. [Consultado: 17 de 04 de 2022] Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/agronomia/dhorticultura/html/propagacion/conceptos.htm#:~:text=PROPAGACION%20SEXUAL&text=La%20propagaci%C3%B3n%20por%20semillas%20un o,resistencia%20necesaria%20para%20su%20supervivencia>

ACOSTA, B. *Abono orgánico*. [En línea] 2018. [Citado el: 14 de 04 de 2022] Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/abono-organico-que-es-tipos-beneficios-y-como-hacerlo-1992.html>.

AGUIRRE, Z, et al. *Sobrevivencia, mortalidad y crecimiento de tres especies forestales plantadas en matorral andino en el sur del Ecuador*. Revista Cubana de Ciencias Forestales. [En línea] 2019. Cuba 7(3), pp327-328. [Consulta: 05 de 06 de 2022] Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v7n3/2310-3469-cfp-7-03-325.pdf>.

AZAS, R. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA. *TRABAJO DE TITULACIÓN*. [En línea] 2016. [Consulta: 07 de 04 de 2022] Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10697/1/T-ESPE-002791.pdf>.

BLOODNICK, E. *Principios básicos de los sustratos*. [En línea] 2022. [Consulta: 05 de 06 de 2022]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/principios-basicos-de-los-sustratos/>.

CASANOVAS , E. *Los cotiledones, las hojas verdaderas, el plantel que sufre y el sufrimiento del que empieza*. [En línea] 2011. [Consulta: 05 de 06 de 2022]. Disponible en: <https://www.picaronablog.com/2011/05/los-cotiledones-las-hojas-verdaderas-el.html>.

CISNEROS, R. *CENTRO DE INVESTIGACION Y ESTUDIOS DE POSGRADO Y AREA AGROGEODÉSICA*. [En línea] 2003. [Consulta: 05 de 06 de 2022]. Disponible en: <http://www.ingenieria.uaslp.mx/Documents/Apuntes/Riego%20y%20Drenaje.pdf>.

DORIA, J. GENERALIDADES SOBRE LAS SEMILLAS: SU PRODUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO. [En línea] 2010. [Consulta: 14 de 07 de 2022]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011.

FRANCO, N. *Plan de Manejo y Conservación de la caoba (Swietenia macrophylla King) para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR*. [En línea] 2019. [Consulta: 01 de 04 de 2022]. Disponible en <https://www.car.gov.co/uploads/files/60d378f29c4ac.pdf>.

HIROZUMI , K, ET AL. *Manejo de Viveros Forestales*. [En línea] 2014. [Consulta: 04 de 10 de 2022] Disponible: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>.

HOGAN, V. *Rescate de árboles de caoba y otras especies en peligro de extinción.* [En línea] 2020. [Consulta: 05 de 06 de 2022] Disponible en: <https://www.humansforabundance.com/post/rescate-de-%C3%A1rboles-de-caoba-y-otras-especies-en-peligro-de-extinci%C3%B3n#:~:text=A%20pesar%20de%20que%2C%20desde,especie%20en%20peligro%20de%20extinci%C3%B3n..>

IBÁÑEZ, J. *Tierra y suelo: ¿cuál es la diferencia?* [En línea] 2008. [Consulta: 16 de 04 de 2022] Disponible en: <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/02/12/84330>.

IDEAM. *CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS Y LAS TIERRAS.* [En línea] 2015. [Consultado: 18 de 04 de 2022] Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005192/macizo/pdf/Capitulo4.pdf>.

ILBAY, L. *EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS.* [En línea] (Trabajo de Titulación) UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, Ecuador. 2012. p. 34 [Consulta: 04 de 10 de 2022] Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3173/1/Tesis-32agr.pdf>.

JIMENEZ, F. *VIVEROS FORESTALES.* [En línea] 2000. [Consulta: 17 de 04 de 2022]. Disponible en : https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_06.pdf.

LAURENTIN, H. *¿Qué es la germinación? ¿Cómo determinar el porcentaje de germinación?* [En línea] 2019. [Consulta: 05 de 06 de 2022] Disponible en: <https://universidadagricola.com/que-es-la-germinacion-como-determinar-el-porcentaje-de-germinacion/>.

MACÍAS, E. *Adaptación de cuatro procedencias de Switenia macrophylla King (Caoba) en el cantón Jipijapa, fase vivero.* [En línea] (Trabajo de Titulación) UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ, ECUADOR. pp 4-9. [Consulta: 17 de 04 de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1748/1/UNESUM-ECU-FORESTAL-2019-07.pdf>.

MANOTOA, S. *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE.* [En línea] (Trabajo de Titulación)

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, ECUADOR. 2012. [Consulta: 08 de 04 de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2224/1/Tesis-26agr.pdf>.

MATTE. Acuerdo Ministerial 0.90. [En línea]. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica 2017. [Consulta: 18 de 07 de 2022]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/ACUERDO-90-VEDA-CAOBA.pdf>

MENDOZA, J. Propagación de Plantas. [En línea]. Centro de Educación Técnica, Humanística y Agropecuaria 2017. [Consulta: 05 de 06 de 2022] Disponible en: <https://formaciontecnicabolivia.org/sites/default/files/publicaciones/plantabaj.pdf>.

MOLINA. PROPAGACION ASEXUAL. [En línea] 2017. [Consultado: 17 de 04 de 2022]. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/agronomia/dhorticultura/html/propagacion/conceptos.htm#:~:text=PROPAGACION%20SEXUAL&text=La%20propagaci%C3%B3n%20por%20semillas%20uno,resistencia%20necesaria%20para%20su%20supervivencia..>

MONCADA, J. EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS Y TRES TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE *Prunus serotina* (CAPULÍ) CON SEIS PROCEDENCIAS EN EL VIVERO DE LA FACULTAD DE RECURSOS. [En línea] (Trabajo de Titulación). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, ECUADOR. 2018. pp. 12-13. [Consulta: 07 de 04 de 2022]. Disponible en: <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/10371/1/33T0206.pdf>.

MORALES, E, MENDIZÁLBA, L Y ALBA, J. CRECIMIENTO DE *Swietenia macrophylla* King EN UNA PLANTACION DE CINCO AÑOS DE ESTABLECIDA EN EMILIANO ZAPATA, VERACRUZ, MÉXICO. *Forest Genetic Resources* [En línea] 2019, (Mexico) 21(2), pp.17-22. [Consulta: 19 de 04 de 2022] Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/497/49762539002/html/>.

MUÑOZ, S. ¿Qué significa que una especie está en peligro de extinción? [En línea] 2020. [Consulta: 05 de 06 de 2022]. Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/que-significa-peligro-extincion/>.

NAVARRO, M. Diagnóstico del estado actual de *Swietenia macrophylla* King (caoba) en los bosques manejados de Quintana Roo, México: perspectivas para su manejo. [En línea] (Doctota)

Universidad Veracruzana, Veracruz, México. 2015. pp. 35-38. [Consulta: 14 de 07 de 2022]. Disponible en: <https://www.uv.mx/det/files/2012/06/NavarroMartinezMariaAngelica-Febrero2015.pdf>.

PIRIL, V. EFECTO DE LA ESCARIFICACIÓN EN SEMILLAS DE DOS GENOTIPOS DE PAPAYA, BAJO CONDICIONES PROTEGIDAS. [En línea] (Trabajo de Titulación) UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR, GUATEMALA. 2015. pp.21-22 .[Cossulta: 08 de 04 de 2022]. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/17/Piril-Virginia.pdf>.

PLAZA , X. Efectos de cinco sustratos en la producción de plántulas de Ochroma pyramidale . [En línea] (Trabajo de Titulación) UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ, ECUADOR. 2021. pp. 7-15 [Consulta: 10 de 04 de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3101/1/TESIS%20XAVIER%20PLAZA%20UNESUM--signed-signed.pdf>.

QUIROZ, I, y otros. VIVERO FORESTAL: PRODUCCIÓN DE PLANTAS NATIVAS A RAÍZ CUBIERTA. *VIVER FORESTAL* [En línea] 2015. [Consulta: 05 de 06 de 2022]. Disponible en: https://issuu.com/helicongus/docs/produccion_de_plantas_nativas_a_rai.

RIVERA, M. LABORES CULTURALES. [En línea] 2015. [Consulta: 05 de 06 de 2022] Disponible em: https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/labores-culturales_web-1.pdf.

RIVERA, M. TÉCNICAS DE SIEMBRA. [En línea] 2015. [Consulta: 18 de 04 de 2022] Disponible en: https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/siembra_web-1.pdf.

RODRÍGUEZ, S, y otros. *Restauración campesina en cinco ejidos de la zona Totonaca mediante actividades de agroforestería.* [En línea] Mexico. 2003. [Consulta: 08 de 04 de 2022]. Disponible en: <https://www.uv.mx/personal/sdelamo/files/2012/11/Germinacion-y-manejo-de-especies.pdf>.

SALDAÑA, J. Estimación del potencial para manejo de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en tres comunidades indígenas del Purús, Ucayali, Perú. [En línea] 2015. [Consulta: 18 de 07 de 2022] Disponible en:

https://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8524/Estimacion_del_potencial_para_manejo.pdf

SIERRA, R. *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*. Ecuador 1999, pp 110-11.

TENORIO, M. EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS PARA LA REPRODUCCIÓN SEXUAL DE *Swietenia macrophylla* (CAOBA) EN EL VIVERO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, EN LA CIUDAD RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO. [En línea] (Trabajo de Titulación) ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. 2018. pp. 8-22 [Consulta: 07 de 04 de 2022] Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/10374/1/33T0209.pdf>.

TIERRA M. Control de *Pythium*: uno de los agentes causantes del Damping Off. [En línea] 2018. [Consulta: 14 de 07 de 2022] Disponible en: <https://www.tierrademonte.com/post/control-de-phytum-uno-de-los-agentes-causantes-del-damping-off>.

VARELA , S Y ARANA, V. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. . [En línea] 2011. [Consulta: 14 de 07 de 2022]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf.

WIDMER, M Y SYLVIE. DIY SEEDS. *Las Semillas*. [En línea] 2016. [Consulta: 14 de 07 de 2022]. Disponible en: <https://www.diyseeds.org/es/film/seeds/>.

ANEXOS

ANEXO A: CRECIMIENTO EN ALTURA A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Repetición	Sustratos	Altura
I	S1	11,5
I	S2	13,1
I	S3	12,8
I	S4	8,8
II	S1	10,9
II	S2	12,2
II	S3	11,7
II	S4	9,7
III	S1	9,9
III	S2	13,5
III	S3	13,7
III	S4	6,1

ANEXO B: COEFICIENTE DE VARIACIÓN ALTURA A 15 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	12	0,82	0,66	11,62

ANEXO C: DATOS DEL DIAMETRO DE ALTURA DE CUELLO DE LA PLANTULA A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN

Repetición	Sustratos	DAC
I	S1	15,7
I	S2	15,4
I	S3	15,3
I	S4	14,9
II	S1	14,1
II	S2	15,6
II	S3	15,4
II	S4	14,4
III	S1	15,0
III	S2	15,6
III	S3	15,6
III	S4	15,5

ANEXO D: COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA EL DIAMETRO DE ALTURA DE LA PLANTULA A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DAC	12	0,56	0,19	3,04

ANEXO E: DATOS DEL NÚMERO DE HOJAS A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Repetición	Sustratos	Hojas
I	S1	3,5
I	S2	3,8
I	S3	4,3
I	S4	3,3
II	S1	4
II	S2	3,8
II	S3	3,8
II	S4	3,5
III	S1	3,2
III	S2	4
III	S3	3,9
III	S4	2,7

ANEXO F: COEFICIENTE DE VARIACIÓN NÚMERO DE HOJAS A LOS 15 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hojas	12	0,71	0,47	8,63

ANEXO G: CRECIMIENTO EN ALTURA A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Repetición	Sustratos	Altura
I	S1	10,6
I	S2	14,7
I	S3	14,6
I	S4	10,0
II	S1	12,1
II	S2	14,7
II	S3	14,3
II	S4	12,3
III	S1	9,6
III	S2	14,4
III	S3	12,8
III	S4	10,9

ANEXO H: COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE LA ALTURA A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	12	0,91	0,84	6,19

ANEXO I: DATOS DEL DIAMETRO DE ALTURA DE CUELLO DE LA PLÁNTULA A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Repetición	Sustratos	DAC
I	S1	15,8
I	S2	17,0
I	S3	15,4
I	S4	15,6
II	S1	15,0
II	S2	17,5
II	S3	15,6
II	S4	14,6
III	S1	15,5
III	S2	17,0
III	S3	15,8
III	S4	15,7

ANEXO J: COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL DIAMETRO DE ALTURA DE CUELLO DE LA PLÁNTULA A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DAC	12	0,87	0,76	2,66

ANEXO K: DATOS DEL NÚMERO DE HOJAS A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Repetición	Sustratos	Hojas
I	S1	3,7
I	S2	4,4
I	S3	4,3
I	S4	3,9
II	S1	3,4
II	S2	4,2
II	S3	4,4
II	S4	3,8
III	S1	3,6
III	S2	4,3
III	S3	4,2
III	S4	4,3

ANEXO L: COEFICIENTE DE VARIACIÓN NÚMERO DE HOJAS A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hojas	12	0,87	0,75	4,23

ANEXO M: CRECIMIENTO EN ALTURA A LOS 45 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Repetición	Sustratos	Altura
I	S1	10,9
I	S2	20,70
I	S3	15,4
I	S4	11,4
II	S1	11,0
II	S2	20,50
II	S3	14,0
II	S4	12,9
III	S1	9,7
III	S2	20,00
III	S3	13,8
III	S4	11,4

ANEXO N: COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE EL CRECIMIENTO EN ALTURA DE LA PLÁNTULA A LOS 45 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	12	0,99	0,98	4,31

ANEXO O: DATOS DEL DIAMETRO DE ALTURA DE CUELLO DE LA PLANTULA A LOS 45 DÍAS DE GERMINACIÓN

Repetición	Sustratos	DAC
I	S1	15,7
I	S2	18,0
I	S3	15,5
I	S4	17,0
II	S1	17,0
II	S2	18,0
II	S3	16,8
II	S4	16,
III	S1	16,6
III	S2	18,0
III	S3	16,5
III	S4	15,9

ANEXO P: COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL DIAMETRO DE ALTURA DE CUELLO DE LA PLÁNTULA A LOS 30 DÍAS DE GERMINACIÓN.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DAC	12	0,78	0,6	3,27

ANEXO Q: DATOS DEL NÚMERO DE HOJAS A LOS 45 DÍAS DE GERMINACIÓN

Repetición	Sustratos	Hojas
I	S1	3,9
I	S2	5,0
I	S3	3,9
I	S4	4,5
II	S1	4,0
II	S2	5,0
II	S3	4,5
II	S4	4,0
III	S1	4,5
III	S2	5,0
III	S3	4,0
III	S4	4,4

ANEXO R: COEFICIENTE DE VARIACIÓN DEL NÚMERO DE HOJAS DE LA PLÁNTULA A LOS 45 DÍAS DE GERMINACIÓN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura	12	0,99	0,98	4,31

ANEXO S: FASE DE CAMPO

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO		
Construcción del invernadero	Invernadero terminado	
		
Preparación del vivero	Semilla de caoba	
		

Preparación de sustratos



Enfundado



Sustratos preparados y enfundados



Preparacion de camas



Siembra



Establecimiento del ensayo



Etiquetado del tratamiento experimental



Riego



Germinación



Crecimiento



Desarrollo



15 días



30 dias



45 dias

