



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

**EFFECTO DE DOS TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS Y CUATRO  
SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Swietenia macrophylla*  
KING EN EL CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:**

**JANETH BÉLGICA LOJA GUAMÁN**

Riobamba – Ecuador

2023



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

**EFFECTO DE DOS TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS Y CUATRO  
SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Swietenia macrophylla*  
KING EN EL CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA: JANETH BÉLGICA LOJA GUAMÁN**

**DIRECTORA: Ing. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA, MSc.**

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Janeth Bélgica Loja Guamán

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

Yo, Janeth Bélgica Loja Guamán, 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, 01 de junio de 2023



**Janeth Bélgica Loja Guamán**

**C.C. 030275722-4**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERA FORESTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Trabajo de Investigación, **EFFECTO DE DOS TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS Y CUATRO SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Swietenia macrophylla* KING EN EL CANTÓN PENIPE, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva, Msc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 _____	2023-06-01
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba, Msc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 _____	2023-06-01
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda, Msc. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 _____	2023-06-01

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida, lleno de alegría y amor dedico este trabajo de investigación a las personas más nobles e importantes en mi vida, mis queridos padres Timoteo Loja Lema y en especial a mi madre Rosa Oliva Guamán Lema por tanto amor, paciencia, confianza, esfuerzo y trabajo quienes lucharon incansablemente día a día para poder dar lo mejor, sobre todo por caminar junto a mi durante toda mi vida universitaria, a mis hermanos gracias por el apoyo incondicional .Todo esto se lo debo a ustedes, gracias por ser un ejemplo.

**Janeth**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres que han sido mi pilar fundamental para que obtuviera este logro tan importante en mi vida, por su apoyo incondicional durante mi vida estudiantil, por haberme motivado a seguir adelante ante todas las situaciones que se presenten en la vida, Agradezco sus consejos, experiencias y sobre todo por sus valores inculcados en mi persona que día a día trabajaron por darme un mejor futuro, los amo infinitamente. A mis hermanos (a) Balbina, Ing. Manuel, Lic. Rosita, que de una u otra manera siempre estuvieron para darme una motivación para seguir adelante, por su infinita confianza, comprensión y sobre todo por enseñarme el significado del respeto y la perseverancia. El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, por abrirme las puertas de tan digna institución para ampliar mis conocimientos y formarme profesionalmente. A todos los ingenieros quienes me transmitieron sus conocimientos y contribuyeron con mi formación académica

**Janeth**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. <i>Objetivo general</i> .....	2
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Hipótesis.....	4
1.4.1. <i>Hipótesis nula</i> .....	4
1.4.2. <i>Hipótesis alternativa</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
2.1. Antecedentes.....	5
2.2. Marco referencial.....	6
2.2.1. <i>Especies forestales</i> .....	6
2.2.1.1. <i>Importancia</i> .....	6
2.2.2. <i>Generalidades</i> .....	6
2.2.3. <i>Caoba (Swietenia macrophylla)</i> .....	7
2.2.3.1. <i>Taxonomía</i> .....	7
2.2.3.2. <i>Distribución geográfica de Swietenia macrophylla KING</i> .....	7
2.2.3.3. <i>Descripción botánica</i> .....	7
2.2.3.4. <i>Importancia ecológica</i> .....	8
2.2.3.5. <i>Valor Económico</i> .....	8
2.2.3.6. <i>Características de Swietenia macrophylla</i> .....	8

<b>2.3.</b>	<b>Condiciones climáticas.....</b>	<b>9</b>
2.3.1.	<i>Rango altitudinal y temperatura.....</i>	9
<b>2.4.</b>	<b>Vivero forestal.....</b>	<b>10</b>
2.4.1.	<i>Importancia.....</i>	10
2.4.2.	<i>Tipo de viveros forestales.....</i>	10
2.4.2.1.	<i>Viveros permanentes.....</i>	10
2.4.2.2.	<i>Viveros temporales.....</i>	10
2.4.2.3.	<i>Otra clasificación.....</i>	10
2.4.3.	<i>Labores culturales en el vivero.....</i>	11
2.4.3.1.	<i>Riego.....</i>	11
2.4.3.2.	<i>Control de malezas.....</i>	11
<b>2.5.</b>	<b>Condiciones ambientales para la germinación.....</b>	<b>11</b>
2.5.1.	<i>Temperatura.....</i>	11
2.5.2.	<i>Humedad del sustrato.....</i>	11
2.5.3.	<i>Presión atmosférica.....</i>	12
2.5.4.	<i>Dispersión natural de Swietenia macrophylla.....</i>	12
<b>2.6.</b>	<b>Viabilidad, vigor y longevidad de las semillas.....</b>	<b>12</b>
<b>2.7.</b>	<b>Propagación sexual.....</b>	<b>13</b>
2.7.1.	<i>Dormancia de la semilla.....</i>	13
<b>2.8.</b>	<b>Propagación asexual.....</b>	<b>14</b>
<b>2.9.</b>	<b>Tratamientos pre germinativos.....</b>	<b>14</b>
2.9.1.	<i>Agua al ambiente.....</i>	14
2.9.2.	<i>Agua de coco.....</i>	14
2.9.3.	<i>Importancia de los tratamientos pre germinativos.....</i>	14
<b>2.10.</b>	<b>Sustratos.....</b>	<b>15</b>
2.10.1.	<i>Importancia de los sustratos.....</i>	15
2.10.2.	<i>Características de un buen sustrato.....</i>	15
2.10.3.	<i>Tipos de sustratos.....</i>	16
<b>2.11.</b>	<b>Indicadores morfológicos de las plántulas en el vivero.....</b>	<b>16</b>
2.11.1.	<i>Diámetro de cuello DAC.....</i>	16
2.11.2.	<i>Altura.....</i>	17
2.11.3.	<i>Razón del diámetro de cuello DAC con la altura.....</i>	17
<b>2.12.</b>	<b>Marco conceptual.....</b>	<b>17</b>
<b>2.13.</b>	<b>Estadística.....</b>	<b>18</b>
<b>2.14.</b>	<b>Costo de producción.....</b>	<b>18</b>
2.14.1.	<i>Costos variables.....</i>	18
2.14.2.	<i>Costos fijos.....</i>	18

2.15.	Caja de flujo y retorno .....	18
-------	-------------------------------	----

### CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO .....	19
3.1.	Materiales y métodos .....	19
3.1.1.	<i>Localización del ensayo</i> .....	19
3.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i> .....	19
3.1.3.	<i>Características climáticas</i> .....	20
3.2.	Materiales .....	20
3.2.1.	<i>Sustratos</i> .....	20
3.2.2.	<i>Material genético</i> .....	20
3.2.3.	<i>Materiales de oficina</i> .....	20
3.2.4.	<i>Materiales de campo</i> .....	20
3.3.	Metodología .....	20
3.3.1.	<i>Diseño experimental</i> .....	20
3.3.1.1.	<i>Tipo de diseño experimental</i> .....	20
3.3.1.2.	<i>Especificaciones de Campo Experimental</i> .....	21
3.3.1.3.	<i>Factores de estudio</i> .....	21
3.3.2.	<i>Tratamientos</i> .....	22
3.4.	Metodología de la investigación .....	22
3.5.	Métodos de evaluación.....	24
3.5.1.	<i>Para la ejecución del primer y segundo objetivo se utilizó la siguiente metodología</i> .....	24
3.5.1.1.	<i>Porcentaje de Germinación y Emergencia</i> .....	24
3.5.1.2.	<i>Porcentaje de sobrevivencia</i> .....	24
3.5.1.3.	<i>Altura de la planta</i> .....	24
3.5.1.4.	<i>Diámetro altura del cuello (Dac) de la planta</i> .....	24
3.5.1.5.	<i>Número de foliolos</i> .....	24
3.5.2.	<i>Análisis estadístico y pruebas de significancia</i> .....	25
3.5.3.	<i>Para la ejecución del tercer objetivo se utilizó la siguiente metodología</i> .....	25

### CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	27
4.1.	Análisis e interpretación de resultados.....	27
4.1.1.	<i>Temperatura y Humedad relativa en el interior del Vivero Temporal</i> .....	27
4.1.2.	<i>Porcentaje de Germinación a los 15 días de Swietenia macrophylla (Caoba)</i> .....	27

4.1.3.	<i>Emergencia a los 30 y 45 días de Swietenia macrophylla (Caoba)</i> .....	28
4.1.4.	<i>Resumen de los resultados del porcentaje de germinación.</i> .....	30
4.1.5.	<i>Altura(cm) a los 15 días después de su germinación de Swietenia macrophylla</i> .....	31
4.1.6.	<i>Diámetro DAC (mm) a los 15 días después de su germinación en Swietenia macrophylla</i> .....	31
4.1.7.	<i>Número de foliolos a los 15 días después de su germinación de Swietenia macrophylla</i> .....	31
4.1.8.	<i>Altura(cm) de las plantas a los 30 días después de su germinación</i> .....	31
4.1.9.	<i>Altura(cm) de las plantas a los 45 días después de su germinación</i> .....	32
4.1.10.	<i>Diámetro DAC (mm) a los 30 días de su germinación en Swietenia macrophylla</i> ...	33
4.1.11.	<i>Diámetro DAC (mm) a los 45 días de su germinación en Swietenia macrophylla</i> ...	33
4.1.12.	<i>Número de foliolos a los 30 días después de la germinación</i> .....	33
4.1.13.	<i>Número de foliolos a los 45 días después de la germinación</i> .....	34
4.1.14.	<i>Porcentaje de Supervivencia a los 45 días de Swietenia macrophylla</i> .....	35
4.1.15.	<i>Resumen de los resultados de los parámetros dasométricos de la investigación</i> .....	36
4.1.16.	<i>Análisis económico de la investigación</i> .....	37
4.1.16.1.	<i>Costos Variables por Cada Tratamiento</i> .....	37
4.1.16.2.	<i>Rendimiento y beneficio neto por tratamiento</i> .....	38
4.1.16.3.	<i>Análisis de Dominancia entre Tratamientos</i> .....	39
4.1.16.4.	<i>Tasa de retorno marginal para cada tratamiento</i> .....	40
4.1.16.5.	<i>Tabla de resumen del análisis económico por tratamiento</i> .....	41
<b>4.2.</b>	<b>Discusión</b> .....	<b>41</b>
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>45</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>46</b>
	<b>GLOSARIO</b>	
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b>	Fuente de variación .....	21
<b>Tabla 2-3:</b>	Tabla de tratamientos evaluados en el estudio de Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> KING). .....	22
<b>Tabla 3-4:</b>	Separación de medias (Tukey) del porcentaje de germinación, a los 15 días .....	27
<b>Tabla 4-4:</b>	Análisis de varianza del porcentaje de emergencia a los 30 días.....	28
<b>Tabla 5-4:</b>	Separación de media del porcentaje de emergencia a los 30 días.....	29
<b>Tabla 6-4:</b>	Análisis de varianza del porcentaje de emergencia a los 45 días.....	29
<b>Tabla 7-4:</b>	Porcentaje de emergencia a los 45 días. ....	30
<b>Tabla 8-4:</b>	Tabla resumen del porcentaje de germinación a los 15, 30 y 45 días.....	30
<b>Tabla 9- 4:</b>	Separación de medias (P. Tukey) al 5% de la Altura, a los 45 días.....	32
<b>Tabla 10-4:</b>	Análisis de varianza de la variable diámetro altura del cuello (DAC) a los 45 días .....	33
<b>Tabla 11-4:</b>	Análisis de Friedman a los 30 días para el número de folíolos de <i>Swietenia macrophylla</i> .....	34
<b>Tabla 12-4:</b>	Análisis de Friedman a los 45 días para el número de folíolos de <i>Swietenia macrophylla</i> .....	35
<b>Tabla 13-4:</b>	Análisis de varianza del porcentaje de supervivencia a los 45 días de evaluación .....	35
<b>Tabla 14-4:</b>	Resultados de los parámetros dasométricos de la investigación.....	37
<b>Tabla 15-4:</b>	Costos variables por tratamientos evaluados.....	38
<b>Tabla 16-4:</b>	Rendimientos por tratamiento en función al número de plantas.....	38
<b>Tabla 17-4:</b>	Beneficio neto por cada tratamiento evaluado .....	39
<b>Tabla 18-4:</b>	Clasificación de los tratamientos por dominancia y no dominancia.....	40
<b>Tabla 19-4:</b>	Análisis de la tasa de retorno marginal .....	40
<b>Tabla 20-4:</b>	Tabla resumen del análisis económico por tratamiento.....	41

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-3:</b>	Mapa de zonificación del ensayo.....	19
<b>Ilustración 2-4:</b>	Porcentaje de supervivencia evaluada a los 45 días.....	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PRUEBA DE NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS) A LOS 35 DÍAS DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.
- ANEXO B:** ANOVA DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 15 DÍAS.
- ANEXO C:** PRUEBA DE NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS), VARIABLE ALTURA A LOS 15 DÍAS.
- ANEXO D:** ANOVA DE LA VARIABLE ALTURA A LOS 15 DIAS DE LA ESPECIE.
- ANEXO E:** PRUEBA DE NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS), VARIABLE DAC A LOS 15 DÍAS.
- ANEXO F:** ANOVA DE LA VARIABLE DIÁMETRO A LOS 15 DIAS DE LA ESPECIE.
- ANEXO G:** PRUEBA DE NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS), NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 15 DÍAS.
- ANEXO H:** ANOVA DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 15 DIAS DE LA ESPECIE.
- ANEXO I:** PRUEBA DE NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS), VARIABLE ALTURA A LOS 30 DÍAS.
- ANEXO J:** ANOVA DE LA VARIABLE ALTURA A LOS 30 DÍAS DE LA ESPECIE
- ANEXO K:** ANOVA DE LA VARIABLE ALTURA A LOS 45 DÍAS DE LA ESPECIE
- ANEXO L:** PRUEBA DE NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS), DIÁMETRO (DAC) A LOS 30 DÍAS.
- ANEXO M:** ANOVA; DIÁMETRO (DAC) A LOS 30 DÍAS DE LA ESPECIE
- ANEXO N:** PRUEBA DE SHAPIRO-WILKS, DEL DIÁMETRO (DAC) A LOS 45 DÍAS.
- ANEXO O:** PRUEBAS DE NORMALIDAD SHAPIRO Y LEVENE DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 30 DÍAS.
- ANEXO P:** PRUEBAS DE NORMALIDAD SHAPIRO Y LEVENE DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 45 DÍAS.
- ANEXO Q:** COMPARACIÓN DE MEDIAS AL 0,05 % DEL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA A LOS 45 DÍAS.
- ANEXO R:** ACTIVIDADES DE CAMPO

## RESUMEN

En la investigación titulada efecto de dos tratamientos pre germinativos y cuatro sustratos en la propagación sexual de *Swietenia Macrophylla* KING Cantón Penipe, provincia de Chimborazo, se evaluó el tratamiento pre germinativo y el sustrato. Utilizando diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo bifactorial con cuatro tipos de sustratos y tres tratamientos pre-germinativos conformado por doce tratamientos cuatro repeticiones y tres submuestras con un total de 144 unidades experimentales los resultados presentaron diferencias altamente significativas indicando que hay un efecto en la germinación de la interacción sustratos por el tratamiento pre-germinativo. Los tratamientos evaluados difieren estadísticamente entre sus medias evaluadas. Para la propagación de *Swietenia macrophylla* KING, bajo condiciones adversas a su lugar de origen; se concluye que el sustrato compuesto arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), cuyas semillas fueron sumergidas en agua de coco por 24 h, obtuvo un porcentaje germinativo de 81% con alturas de 22, 81 cm, 2, 12 mm diámetro a la altura del cuello y 8 hojas por plata con un total de semillas germinadas de 75%. Demostrando que la interacción A4B2 (tratamiento pre-germinativo \* sustrato) perteneciente al tratamiento T11, el cual brinda las condiciones y requerimientos nutricionales adecuados para su germinación, supervivencia y desarrollo vegetativo. Efectuando nuevas investigaciones en la que se busque nuevos sustratos y tratamientos pre germinativos que eleven el porcentaje de germinación y desarrollo vegetativo a bajo costo de esta manera llegar a formar una base de conocimientos con el cual contribuya a viveristas y diversos programas de restauración forestal a continuar con la preservación y producción de esta especie. Adquirir semillas certificadas para lograr un buen resultado germinativo, si se tiene un sustrato de buena calidad y una semilla que no es viable se estaría perdiendo tiempo y recursos.

**Palabras clave:** <TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS >, <GERMINACIÓN>, <DESARROLLO VEGETATIVO>, <SUSTRATOS>, <ANÁLISIS ECONÓMICO>, <CAOBA (*Swietenia macrophylla* KING)>.



0969-UPT-DBRA-2023

## ABSTRACT

In the research entitled effect of two pre-germinative treatments and four substrates on the sexual propagation of *Swietenia Macrophylla* KING Canton Penipe, province of Chimborazo, the pre-germinative treatment and the substrate were evaluated. Using a completely randomized block design (DBCA), with a bifactorial arrangement with four types of substrates and three pre-germinative treatments, conformed by twelve treatments, four replications and three subsamples with a total of 144 experimental units, the results showed highly significant differences indicating that there is an effect on the germination of the interaction between substrates and pre-germinative treatment. The treatments evaluated contrasted statistically among their evaluated means. For the propagation of *Swietenia macrophylla* KING, under conditions adverse to its place of origin, it is concluded that the substrate composed of river sand (10%), black soil (50%), rice chaff (5%) and organic fertilizer (35%), whose seeds were submerged in coconut water for 24 h, obtained a germination percentage of 81% with heights of 22, 81 cm, 2, 12 mm diameter at neck height and 8 leaves per plant with a total germinated seeds of 75%. Demonstrating that the interaction A4B2 (pre-germinative treatment \* substrate) belonging to treatment T11, which provides the conditions and nutritional requirements suitable for germination, survival and vegetative development. Carrying out new research in the search for new substrates and pre-germinative treatments that raise the percentage of germination and vegetative development at low cost in this way to form a knowledge base with which to contribute to nurserymen and various forest restoration programs to continue with the preservation and production of this species. Acquire certified seeds to achieve a good germination result, if you have a good quality substrate and a seed that is not viable you would be wasting time and resources.

**Key words:** <PREGERMINATIVE TREATMENTS>, <GERMINATION>, <VEGETATIVE DEVELOPMENT>, <SUBSTRATES>, <ECONOMIC ANALYSIS>, <CAOBA (*Swietenia macrophylla* KING)>.



Lcda. Elsa Basantes A. Mgs.

C.I: 0603594409

0969-UPT-DBRA-2023

## INTRODUCCIÓN

*Swietenia macrophylla* KING, es una especie de importancia ecológica y económica para el país. Pues en la actualidad se encuentra dentro de las diez especies condicionadas en Ecuador; debido a la reducción de individuos en su lugar de procedencia (MAE, 2017 pp. 1-6). La problemática que ha ocasionado este antecedente es debido a la deforestación ilegal y aprovechamiento no adecuado, la cual ha impedido que esta especie logre un desarrollo y propagación debida; impidiendo que muchos árboles no puedan cumplir con su ciclo vegetativo completo (MAE, 2017 pp. 4-5).

Se conoce que esta especie posee una madera resistente, vistosa y de fácil trabajabilidad, motivo por el cual es económicamente atractiva para su aprovechamiento. Ya que no solo es apreciada a nivel nacional sino también de manera internacional (IIAP, 2009 pp. 27-30). Todo esto a sido un detonante a que esta especie sea en la actualidad prohibido aprovecharla con el fin de preservar los individuos existentes (MAE, 2017 pp. 1-3). Conociendo además que esta especie por su estructura en la semilla (CAR, 2019 p. 9), según el (MAE, 2017 pp. 1-3), ha sido el principal obstáculo en la regeneración natural de los bosques en nuestro país.

En base a expuesto el presente trabajo de investigación buscó obtener nuevas alternativas que puedan mejorar las condiciones propagativas de Caoba en fase de vivero; con la finalidad de conseguir una alta viabilidad, calidad adecuada de plantas y preservación genética de esta especie condicionada. Centrándose en el comportamiento de las semillas y las plántulas de Caoba frente a distintos tipos de tratamientos pregerminativos\* sustratos en cuanto a porcentaje de germinación y desarrollo inicial. Para poder establecer bases y lograr aportar información necesaria a futuras investigaciones o programas forestales de restauración. Además de identificar que sustrato es económicamente rentable en la producción de *Swietenia macrophylla* KING.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

La tala indiscriminada de especies maderables endémicas se considera como uno de los diez problemas del medio ambiente más perjudiciales, clasificado así por el IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) (García, 2016 pp. 1-2). Desde esta problemática se hace un análisis de las dificultades que se tiene para controlar la deforestación causada por el hombre y agentes biológicos que limitan la preservación de los bosques y especies (García, 2016 p. 5).

Ante lo expuesto anteriormente la problemática a nivel de Ecuador resulta ser aún más compleja para muchas especies como es el caso de Caoba (*Swietenia macrophylla* KING). En la actualidad esta especie se encuentra condicionada dentro del libro rojo y Servicios Forestales de nuestro país (Sorgato, 2017 p. 1).

Por esta razón el Ministerio del Ambiente dispuso terminantemente su aprovechamiento (MAE, 2017 pp. 1-3); esto se ha debido a la sobreexplotación de aquella especie en áreas de bosque y plantaciones, dejando pocos individuos, mismo que por esta atenuante no logran abastecer de material genético (semillas) ya que la mayoría no ha logrado un ciclo de madurez.

Debido a la lenta restauración natural de Caoba en su sitio de procedencia, nace la necesidad de indagar tratamientos pre germinativos y una serie de sustratos que incrementen la propagación sexual de la especie en condiciones de viveros con el fin de contribuir al incremento de su población.

#### 1.2. Objetivos

##### 1.2.1. *Objetivo general*

- Evaluar el efecto de dos tratamientos pre germinativos y cuatro sustratos en la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* KING en la Parroquia la Candelaria Cantón Penipe Provincia de Chimborazo.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el tratamiento pre germinativo más eficiente para la propagación de *Swietenia macrophylla* KING.
- Determinar el sustrato óptimo para la propagación sexual de *Swietenia macrophylla* KING.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio aplicando la metodología del presupuesto parcial.

### **1.3. Justificación**

Una correcta investigación en la que se busque nuevos sustratos compuesto y tratamientos pre germinativos que eleven el porcentaje de germinación y desarrollo vegetativo a bajo costo; puede convertirse en una solución para incrementar el número de individuos de *Swietenia macrophylla* KING; de esa manera llegar a formar una base de conocimientos con el cual contribuya a viveristas y diversos programas de restauración forestal a continuar con la preservación y producción de esta especie, ya que según un reporte del Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica decretó la veda en Caoba por los próximos 10 años, el principal enemigo de esta especie en Ecuador es la tala ilegal, se estima que actualmente existen alrededor de 4000 árboles de Caoba en las provincias de Pastaza y Morona Santiago. Todos estos factores han impulsado la implementación de una serie proyectos para recuperar y proteger la especie (Sorgato, 2017 p. 1).

Actualmente *Swietenia macrophylla* KING por su condicionante ha mostrado interés constante en estudios relacionados en la propagación y conservación de su genética; sin embargo, no ha sido lo suficiente de acuerdo con lo mencionado por (Servicio Forestal, 2022 p. 20). Considerando que esta especie posee una madera apreciable a nivel industrial por sus características; la demanda de ella es cada vez mayor.

Por esta razón el presente trabajo investigativo se centró en contribuir a una solución a esta problemática mediante la propagación sexual, experimentando con tratamientos pre-germinativos que puedan ser ideales en la germinación de sus semillas, además de buscar un sustrato compuesto que contribuya al desarrollo inicial apropiado para esta especie con la finalidad de lograr una mayor producción de plántulas de calidad que sean resistentes al ser establecidas dentro de un marco de plantación.

## **1.4. Hipótesis**

### ***1.4.1. Hipótesis nula***

Los tratamientos pre germinativos y sustratos no influyen en la emergencia y crecimiento inicial de *Swietenia macrophylla* KING.

### ***1.4.2. Hipótesis alternativa***

Al menos uno de los tratamientos pre germinativos o sustratos tienen influencia en la emergencia y crecimiento inicial de *Swietenia macrophylla* KING.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 2.1. Antecedentes

*Swietenia macrophylla*, a lo largo de los años dentro del área forestal no solo ha sido ojo del aprovechamiento forestal en plantaciones forestales si no también en bosque húmedo tropical debido a las características de la madera las cuales a nivel del Ecuador y varios países del mundo económicamente posee alto valor económico. Lo que ha ocasionado un deterioro del bosque y la escasa existencia de los individuos de Caoba (Bacusoy, et al., 2019 pp. 1-2). Razón por la cual el Ecuador a través del ministerio del ambiente en 2017 mediante un acuerdo ministerial concluyen terminantemente dentro del territorio ecuatoriano por un periodo de 10 años no ser aprovechado en ninguna instancia (Servicio Forestal, 2022 p. 20); de serlo así será motivo de sanciones económicas y de retención (Bacusoy, et al., 2019 pp. 1-2).

Según la revista vistazo en investigación sobre el estado actual de Caoba y demás especies forestales nativas de bosque en Ecuador. Se ha obtenido datos oficiales sobre el total de madera expresada en metros cúbicos en nuestro país con un valor de 3,5 y 3,9 millones de m<sup>3</sup> son extraídos cada año (Arroyo, 2018 p. 1). El 80% de metros cúbicos de madera pertenece a Pino, Eucalipto, Teca y Balsa pertenecientes a la Costa y Sierra centro (Arroyo, 2018 p. 1) y el 20% de madera restante provienen de bosques nativos (Arroyo, 2018 p. 1). Pues según el ministerio del Ambiente aunque no se aproveche Caoba alrededor de 10 años establecidos en la normativa 090 no será suficiente ya que aún existe aprovechamiento ilegal de esta especie pese al control.

*Swietenia macrophylla* ha sido centro de investigación de centros de investigación para buscar las mejores condiciones para su propagación. En Macabelí estudios en base a sustratos compuestos de tierra negra 100%, tierra negra 60%, arena de río 30%, humus de lombriz 10%, tierra negra 30%, arena de río 60%, humus de lombriz 10%, tierra negra 40%, arena de río 40% o humus de lombriz al 20% en la cual se obtuvieron 90 % de porcentaje de germinación (Chamba, 2022 p. 52)

Existen investigaciones como las citadas anteriormente y del cual al existir un mayor banco de investigaciones de este tipo según (Bacusoy, et al., 2019 pp. 1-2) el poseer un sustrato ideal para esta especie llegaría a ser una contribución importantísima en programas genéticos a futuro de esta especie.

## **2.2. Marco referencial**

### **2.2.1. Especies forestales**

Es toda plantación vegetal existente en la tierra de composición leñosa y fibrosa, la cuales se encuentran sembradas con la finalidad de satisfacer las necesidades del hombre en la disposición de recursos naturales consolidados en materia prima como madera, además se constituyen un albergue de especies animales propias en su desarrollo. Las especies forestales están sujetas a reforestación por la pérdida de la biodiversidad endémica en diferentes áreas del planeta (FAO, 2020).

#### **2.2.1.1. Importancia**

Las especies forestales se distinguen por la gran proporción de materias primas al área industrial referente a la demanda de madera y fibras. En este sentido, son reservorios globales de biodiversidad los cuales cumplen funciones de regulación hídrica generando agua de calidad con la captura del 5% al 20% del volumen de lluvia (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015). Dentro de los beneficios ambientales es importante la intervención en la regulación del clima y el impacto de fenómenos naturales. Entre otros protagonismos ecológicos tenemos (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, 2020):

- Fuentes de oxígeno y captura de carbono
- Espacios de control de erosión y mejoramiento de suelo.
- Zonas naturales que permiten la valoración del paisaje orgánico
- Proporcionan una gran cantidad de sustancias para el tratamiento de enfermedades.

#### **2.2.2. Generalidades**

La región Amazónica en Ecuador se caracteriza por poseer una gran extensión de bosques húmedos tropicales, en ocasiones fácilmente alcanzan más de 50m de altura, además, está compuesta por una diversidad biológica y especies exclusivas de la localidad. La existencia de estos bosques permite generar una solución natural para enfrentar el cambio climático, absorción del dióxido de carbono de la atmósfera, purificación del aire y protección de la vida en todo el planeta, cabe destacar que en el país el 51.2% del territorio continental está cubierto por bosques nativos de los cuales el 74% corresponde a la región amazónica. En esta región habitan alrededor de 14 nacionalidades indígenas, se encuentra el 8% de las especies animales y el 10% de la flora

del planeta, por todos estos motivos es imprescindible mantener y cuidar espacios donde se expande la especie *Swietenia macrophylla* (Serrano, 2022).

### 2.2.3. *Caoba (Swietenia macrophylla)*

Es una especie originaria de la zona intertropical americana pertenece a la familia Meliaceae, considerada como la mejor madera para actividades comerciales en ebanistería, de alto lujo y calidad (Franco, 2019 p. 9).

#### 2.2.3.1. *Taxonomía*

El género *Swietenia* está constituida por los principales tipos biológicos abarcando especies como: *Swietenia mahogani* Jacq, *Swietenia macrophylla* KING y *Swietenia humilis* Zucc (CAR, 2019 p. 9). Según el Sistema de clasificación APG IV, *Swietenia macrophylla* KING actualmente se encuentra bajo la siguiente clasificación taxonómica (CAR, 2019 p. 9)

**Nombre común:** Caoba, Palosanto Cedro

**Nombre común:** *Swietenia macrophylla* KING

**Familia:** Meliaceae

**Género:** *Swietenia*

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Sapindales (CAR, 2019)

#### 2.2.3.2. *Distribución geográfica de Swietenia macrophylla KING*

Es una de las especies originarias de América, se extiende del norte de Veracruz a Yucatán en México y también a lo largo de la Costa Atlántica de Venezuela, se localiza en Colombia, Perú, Bolivia y Brasil, y en otros países tropicales. Crece en altitudes de 50-500 msnm y puede llegar hasta los 1,400 msnm, su temperatura es cambiante y varía de 22 a 28°C, se adapta a climas secos, húmedos y muy húmedos (Macías, 2019 p. 4).

#### 2.2.3.3. *Descripción botánica*

Cada una de las especies del Reino vegetal posee las partes indispensables para su desarrollo, donde encuentran la constitución del tallo, hojas, flores, frutos y semillas, estos, tienen características típicas en función a la familia a la que pertenecen. A continuación, se describen los principales rasgos de la *Swietenia macrophylla* KING (Caoba) considerando datos relevantes:

Tallo: Generalmente poseen un fuste recto, cilíndrico y libre de ramas; a una edad adulta puede llegar a medir 50 metros de altura, con una corteza de color rasada a roja (CAR, 2019 p. 10).

Hojas: Son compuestas, paripinnadas, alternas y no presentan estípulas con una longitud de 30 cm de largo, posee un color verde oscuro cuya forma se asemeja a unas hélices (helicoidales), terminando en punta (acuminadas) cuyo borde es entero y caducifolia (CAR, 2019 p. 10).

Flores: De tipo hermafroditas; poseen un color blanco y verde, están dispuestas en inflorescencias terminales en forma de panículas (CAR, 2019 p. 10).

Frutos: Son cápsulas alargadas y ovadas que se abren por sí solas, de abajo hacia arriba, con su eje son parecidos a un paraguas y cada uno contiene entre las 45 y las 70 semillas, llegan a medir 22 cm de largo cuyo color es pardo grisáceo (CAR, 2019 p. 10).

Semillas: Son aladas con una longitud de 9 cm livianas de color café claro (CAR, 2019 p. 10).

#### 2.2.3.4. *Importancia ecológica*

Corresponde a una de las especies que aparecen en el bosque y persisten durante muchos años, es medianamente heliófila, es decir requiere de la luz del sol para su desarrollo; sin embargo, puede tolerar la sombra en estado leve, la mayor parte se localiza en las zonas húmedas de los bosques, crece en precipitaciones que alcanzan un promedio de 1,000 y 3,500 mm, esta especie tiene una mejor adaptación en suelos profundos y ricos en materia orgánica para su mejor desempeño (Sarabia, 2016).

#### 2.2.3.5. *Valor Económico*

La madera de la especie de estudio es una de las más apreciadas a nivel mundial, puesto que su contenido es de excelente calidad y versatilidad, se destaca por su durabilidad, belleza y sobre todo es muy útil para diferentes construcciones livianas y molduras de carpintería, dejando a través de sus usos grandes resultados, debido a todas estas condiciones, adopta un alto costo de comercialización, sin embargo es una de las maderas más cotizadas y su disponibilidad no es tan común (IIAP, 2009 pp. 27-30).

#### 2.2.3.6. *Características de Swietenia macrophylla*

Es una especie que tiene un crecimiento lento, en su primer año alcanza un tamaño de 1.8m de altura y puede alcanzar hasta los 70m, con un diámetro a la altura del pecho entre 1-2 m hasta 3,5

m en condiciones favorables. Se adapta fácilmente a diferentes condiciones ambientales de clima tropical, ya sea en espacios cerrados o de campo abierto.

Con respecto al cultivo, se efectúa mediante semillas que son recolectadas de manera directa de los árboles, su siembra se realiza sobre bolsas de polietileno o germinadores, la germinación ocurre a los 10-20 días, los primeros días la planta debe recibir riego de forma continua y un cuidado especial incluyendo controles de plagas y diversas enfermedades, cuando la planta alcanza de 10 a 15 cm debe ser expuesta a la luz solar, una vez que alcanza una altura de 25 a 30 cm debe ser trasladado a donde va a permanecer de forma continua, desde ese momento hasta que cumpla los tres años debe mantener un manejo especial puesto que este tiempo determina el éxito de comercial de la planta (Yvanosky, 2020).

### **2.3. Condiciones climáticas**

Los factores decisivos en la germinación de las semillas son la temperatura y el rango altitudinal que se encuentre el suelo donde se ubique la plantación, debido que las semillas poseen características propias de su origen, genética y longevidad, lo que obliga para la obtención de buenos resultados dar los óptimos tratamientos a la semilla y evaluación del terreno previo a la siembra donde se considera las condiciones favorables de desarrollo según el tipo de especie vegetal a producir (INATEC, 2018).

#### **2.3.1. Rango altitudinal y temperatura**

Ambos factores son relevantes en la germinación de la semilla puesto que por la infinidad de tipos de semillas cada una de estas deben conservarse a rangos de temperaturas adecuadas. Sin embargo, la etapa de germinación se puede producir en tiempos climáticos por debajo a lo normal obteniendo altos porcentajes de germinación en menor tiempo al esperado (INAB, 2019 p. 17).

Así, las temperaturas mínimas o máximas del ambiente se determinan por las propiedades internas de la semilla. Para la etapa de germinación de la especie *Swietenia macrophylla* KING (Caoba) se mencionan los principales factores que intervienen en el desarrollo de su semilla (INAB, 2019 p. 15).

Las características ambientales en cuanto a la temperatura Caoba se adapta a temperaturas de 22 a 28 °C, zonas con climas secos, húmedos y en marco de plantación logran adaptarse a temperaturas de 12 – 37 °C. En su hábitat natural está acostumbrada a precipitaciones de un rango de 1500 mm a 4200 mm y en áreas de plantación requiere hasta 5000 mm de agua al año. Cuya

altitud de 50 a 500 msnm, incluso pueden desarrollarse sin inconveniente hasta los 1400 msnm (INAB, 2019 pp. 14-18).

## **2.4. Vivero forestal**

Se refiere a un sitio donde se desarrollan las actividades de producción focalizadas en la variedad de árboles existentes, en el lugar se realiza el seguimiento necesario de los factores climáticos y edafológicos hasta que la planta se encuentre en óptimas condiciones de adaptación que asegure la propagación y continuidad de la especie (JICA, et al., 2014 p. 5)

### **2.4.1. Importancia**

Al ser lugares de control permanente permiten una producción sana antes, durante y después de la generación de una plántula con la finalidad de proporcionar una caja de seguridad ante posibles ataques de plagas o enfermedades según las características biológicas, además, se convierte en una fuente de administración de sustancias tratadas orgánicamente en medidas considerables para brindar aspectos fundamentales para el vigor de las diferentes plantaciones (Manzaba, 2022 p. 19).

### **2.4.2. Tipo de viveros forestales**

#### *2.4.2.1. Viveros permanentes*

Denominados como viveros fijos mismo que son diseñados con estructura metálica y cemento de consistencia sólida; de una extensión considerable para la producción en masa de plantas forestales (Jimenez, 2002 pp. 1-3).

#### *2.4.2.2. Viveros temporales*

Llamados también como volantes, son de menor escala, por lo general pequeños se utilizan para germinar en sitios donde se realizará el establecimiento de una plantación (Jimenez, 2002 pp. 1-3).

#### *2.4.2.3. Otra clasificación*

Viveros forestales comerciales, Viveros forestales de investigación estos diseñados para producción de plántulas en masa y estudios de germinación y adaptación (Jimenez, 2002 pp. 1-3).

### **2.4.3. Labores culturales en el vivero**

#### **2.4.3.1. Riego**

Es definida como una de las labores primordiales porque de esta depende el crecimiento y desarrollo de las plantas, se la debe efectuar de preferencia en horas de la mañana o en horas de la tarde, no se recomienda llevar a cabo esta actividad cuando sale el sol para evitar la evaporación inmediata del agua, el riego debe ser en el suelo, no en las hojas puesto que puede quemarse y la raíz cumple la función de absorber y distribuir el agua a toda la planta. La cantidad de agua será variable dependiendo de la humedad presente en el suelo (Nogales, 2015 p. 9).

#### **2.4.3.2. Control de malezas**

Es una actividad que trata de evitar que especies vegetales no deseadas crezcan junto a otras plantas, para su extracción se emplean diferentes técnicas, la más común considerando que las plantas son pequeñas es la remoción a mano, se efectúa con el fin de evitar inconvenientes en el desarrollo de las plantas (Nogales, 2015 pp. 11-14).

## **2.5. Condiciones ambientales para la germinación**

### **2.5.1. Temperatura**

Es uno de los factores más determinantes durante el proceso de germinación, se relaciona con las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla tras su rehidratación, se puede obtener la temperatura base, óptima y máxima, las cuales varían dependiendo las condiciones de cultivo de las especies, para el caso de *Swietenia macrophylla* tienen un tiempo de germinación de 28 días, a una temperatura que varía en un rango de 26 a 31°C (Caroca , et al., 2016 p. 96).

### **2.5.2. Humedad del sustrato**

La humedad debe ser adecuada para facilitar que las semillas germinen, es necesario que exista un buen contacto entre la semilla y el suelo, para la mayoría de los cultivos el suelo debe mantener suficiente humedad de modo que las semillas absorban el agua e inicie el proceso de germinación, se debe tener cuidado que estas condiciones no se encuentren en exceso, pues podría evitar el ingreso de oxígeno e impedir que haya respiración (Departamento de Agricultura, 2017).

### **2.5.3. Presión atmosférica**

Es un parámetro esencial para el crecimiento y desarrollo de un cultivo, el valor en condiciones ideales es de 101 kilopascales kPa (1010 mbar), es decir la presión atmosférica que permanece a nivel del mar, uno de los problemas por lo que algunas plantas no crecen en diferentes sitios es la fluctuación de la presión atmosférica, la velocidad de crecimiento de las plantas va en función de las condiciones de presión atmosférica, en caso de que la presión tenga un valor inferior de lo ideal, aún crecería pero con una menor velocidad. Otro de los valores esenciales es la concentración del gas, es necesario indicar que en la atmósfera terrestre el oxígeno constituye aproximadamente 20% de los gases presentes en el aire, lo cual ayuda también al crecimiento de las plantas (BrioAgro, 2020).

### **2.5.4. Dispersión natural de *Swietenia macrophylla***

La distribución es anemócora; es decir, una vez que se abren las cápsulas que las contienen, las semillas se dispersan por medio del viento debido a que esta especie posee estructuras aladas con dimensiones que van de 5 a 7 cm de largo, generalmente recorren largas extensiones de terreno. (CAR, 2019 p. 19).

## **2.6. Viabilidad, vigor y longevidad de las semillas**

La mayoría de las plantas son reproducidas a través de semillas; sin embargo, en algunos casos luego de su maduración y dispersión no germinan, es ocasiones este ocurre cuando no existen las condiciones ambientales favorables para el nacimiento de la especie, razón por la cual la semilla procede a dañarse y a perder por completo la posibilidad de germinar, a todo este proceso se lo define como viabilidad, el tiempo promedio que tarda en perder su efecto puede variar por factores tanto internos como externos, tomando en cuenta estos antecedentes y con el fin de evitar daños y pérdidas se han implementado distintos protocolos que permitan evaluar la viabilidad y vigor de las semillas (Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 2010 pp. 2-10).

**Viabilidad:** Corresponde a la capacidad de germinar y originar plántulas en condiciones ambientales óptimas, es influenciada por la composición genética de la planta progenitora, condiciones climáticas durante el tiempo de la floración, formación, desarrollo y maduración del fruto, existen 3 tipos de pruebas que han sido utilizados con frecuencia para evaluar y cuantificar su viabilidad: ensayos de germinación, test del tetrazolio y radiografía con rayos X (Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 2010 pp. 2-10).

**Vigor:** Hace referencia a una serie de propiedades que permiten identificar el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante la temporada de germinación y posterior emergencia de las plántulas, cuando una semilla mantiene un buen comportamiento se la define como semilla de alto vigor y se deduce que es el resultado de toda una serie de características tales como: composición genética, condiciones de ambiente, grado de madures, tamaño, peso, dimensión, integridad mecánica, grado de deterioro y envejecimiento, contaminación por organismo patógenos (Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 2010 pp. 2-10).

**Longevidad:** Es el tiempo que puede mantenerse viable en unas determinadas condiciones de temperatura y contenido de humedad, corresponde a un parámetro que permite clasificar a las plantas, en función de su longevidad se encuentran tres grupos de plantas: plantas anuales que una duración de una temporada es decir un año, plantas bienales con una duración de dos temporadas correspondientes a dos años y plantas perennes con una duración de más de dos años (Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, 2010 pp. 2-10).

## **2.7. Propagación sexual**

Existen algunos inconvenientes respecto a la calidad genética y disposición de cantidades de semillas de caoba debido a la disminución de germinación y viabilidad, este factor afecta de manera directa a los reforestadores. En el caso de la caoba, la semilla puede ser almacenada de forma temporal a corto plazo con un porcentaje de humedad de 4 a 5%, en envases plásticos, a una temperatura constante de 15°C (Carranza, et al., 2013 pp. 4-6)..

La germinación de las semillas de esta especie es rápida, inicia a los 13 a 17 días, con un periodo de 10 días de duración. Tomando en cuenta que los ecosistemas hoy en día son considerados como los más amenazados a nivel mundial, varias entidades del sector público y privado deciden tomar medidas que contribuyan a la reducción de la cantidad de deforestación, con la finalidad de recuperar espacios de vegetación, una de las acciones comunes y de gran utilidad es la recolección de semillas de especies forestales que permitan la propagación y efectuar mejoras genéticas (Carranza, et al., 2013 pp. 4-6).

### **2.7.1. Dormancia de la semilla**

Considerado como el estado natural que sucede en las semillas durante sus procesos evolutivos. Mecanismo de supervivencia o adaptación a diferentes condiciones ambientales extremas con el fin de evitar la muerte del embrión (INATEC, 2016 p. 10).

## **2.8. Propagación asexual**

Es un modo de reproducción de árboles frutales, ornamentales y forestales. Mismo que logra heredar el 100 % del material genético de los individuos ya sea estas plantas dominantes o plus. Esto se puede dar por medio de estacas, estolones, raíces, rebrotes etc (INATEC, 2016 p. 18).

## **2.9. Tratamientos pre germinativos**

Es un proceso para romper la latencia de las semillas que consiste en ablandar, perforar, rasgar o abrir la capa superficial sin dañar el embrión ni el endospermo con la finalidad de acelerar los aspectos fisiológicos de la semilla en condiciones adversas donde no se encuentra lista en su totalidad para germinar, la preparación se lo realiza hasta un nivel determinado en el momento adecuado y se la regresa al estado normal de disecación, el detalle se lo aplica bajo el cumplimiento de las especificaciones (Incotec, 2022 p. 10).

### ***2.9.1. Agua al ambiente***

Consiste en sumergir las semillas en agua durante 24 horas previas a la siembra, a una temperatura ambiente. Es uno de los que permite la activación de procesos metabólicos que permiten obtener las semillas hidratadas, mecanismos de reparación y aparición de la radícula facilitando un desarrollo rápido en la germinación (Montoya, 2021 pp. 44-46).

### ***2.9.2. Agua de coco***

Es uno de los tratamientos más efectivos, puesto que promueve un nivel alto en la germinación, consiste en la inmersión de las semillas en agua de coco. Esta agua contiene ácido giberélico lo cual permite incrementar la tasa de germinación de las semillas e impulsar el desarrollo de las raíces en esquejes y plántulas, además mantiene citoquininas, es decir hormonas que promueven la división celular y fomentar el crecimiento de brotes y raíces, se debe colocar cierta cantidad de agua de coco por cada litro de agua (Patiño, et al., 2011 pp. 4-7).

### ***2.9.3. Importancia de los tratamientos pre germinativos***

Estos tratamientos tienen un impacto positivo para aquellas semillas que se encuentran atrofiadas y no puede seguir con el proceso de germinación, ante lo cual ayuda al retraso de la senescencia, favorecer la formación de células de la raíz, por ende, el desarrollo de meristemas apicales y translocación de nutrientes. Para las semillas de especies forestales de textura dura es eficiente

el lijado de las semillas y la aplicación de ácido sulfúrico asegurando mejores resultados. Entre los que se tienen tratamientos más eficaces posibles se encuentran métodos biológicos, físicos, calor seco y remojado en agua o soluciones químicas (Solano, 2020 pág. 7).

## **2.10. Sustratos**

Se denomina sustrato a todo material sólido de producción natural o síntesis residual siendo estos minerales u orgánicos que posteriormente son colocados en un respectivo recipiente de manera pura o combinado con otros de sus similares, estos se adhieren en el sistema reticular de la plantación constituyéndose en su soporte donde sucede el anclaje de los nutrientes a asimilar (Manzaba, 2022 p. 23).

### **2.10.1. Importancia de los sustratos**

La utilización de sustratos influye significativamente en la conservación de nutrientes que sirven como fuente para el desarrollo de las especies vegetativas. Esta retención de sustancias ricas en propiedades importantes para el crecimiento de la planta se puede presentar en su composición original o combinados a escala química mejorando la acción organoléptica del entorno natural (Manzaba, 2022 p. 23).

### **2.10.2. Características de un buen sustrato**

Para la obtención de buenos resultados depende de varios factores, es necesario elegir un sustrato que se ajuste a las condiciones ideales de las semillas dependiendo de las especies. A continuación, se presentan algunas de las características que deben contener tanto propiedades físicas como las propiedades químicas (InfoAgro, 2017 págs. 1-2).

**Propiedades físicas:** Un sustrato de calidad posee gran capacidad de retención de agua, adecuado suministro de aire una buena distribución del tamaño de las partículas con baja densidad aparente y Estructura estable (InfoAgro, 2017 pág. 1).

**Propiedades químicas:** una adecuada capacidad de intercambio catiónico con suficiente nivel de nutrientes cuyo pH sea constante y baja velocidad de descomposición (InfoAgro, 2017 pág. 1).

**Otras propiedades:** mayor productividad y disponibilidad, Coste menor de inversión, facilidad para combinar y desinfectar; además que este mantenga su estructura frente a factores externos ya sean estos físicos, químicos y ambientales (InfoAgro, 2017 pág. 1).

### **2.10.3. Tipos de sustratos**

**Tamo de arroz:** Corresponde a un subproducto del proceso de molienda del grano de arroz, como sustrato actúa con la finalidad de retener la humedad en macetas y almácigos. Contiene nutrientes relevantes como fósforo y potasio; cuando se mezcla con la tierra y abono retrasa la compactación o el endurecimiento del suelo, promoviendo un desarrollo de las raíces de cada planta. Otra de las funciones es aumentar la actividad macro y microbiológica de la tierra, ayuda a corregir la acidez del suelo, todos estos factores favorecen un crecimiento de las plantas de manera uniforme (Rojas, 2020 pp. 1-2).

**Tierra negra:** Es de gran utilidad para conservar cualquier cultivo de plantas, contiene nutrientes que facilitan un crecimiento y desarrollo constante, a diferencia de otras tierras, esta es capaz de retener suficiente agua, son efectivas para la circulación de las raíces, de este modo la planta crece en condiciones favorables y saludables (Coddica, 2018 p. 1).

**Arena de río:** Es una de las sustancias que es utilizada con mayor frecuencia para la combinación de sustratos, por lo general se lo emplea en pequeñas cantidades, la arena no contiene elementos nocivos como: sales, arcillas o plagas y su granulometría es muy fina, que va desde 0-8 a 1mm de diámetro, su textura permite drenar el exceso de agua después de un riego, facilita la retención de la humedad y la extracción de las plántulas (Alternativa ecológica, 2017).

## **2.11. Indicadores morfológicos de las plántulas en el vivero**

La morfología de una planta en un vivero comprende una serie de características genéticas, condiciones ambientales y prácticas de cultivo, es decir todos los factores de supervivencia, es necesario considerar parámetros que permitan la evaluación de la calidad, aplicando el estudio respectivo se obtendrán características de calidad de manera cuantitativa (Quiroz, et al., 2015 pp. 42-45).

### **2.11.1. Diámetro de cuello DAC**

Es una variable que indica la capacidad de traslado de agua hacia la parte superior, así como la resistencia mecánica y tolerancia de altas temperaturas del suelo, usualmente es expresada en (mm), los indicadores que permiten establecer la calidad de una planta son: la altura, el diámetro de cuello y el peso fresco de la planta, cabe recalcar que mientras mayor dimensiones tenga el diámetro y el peso, la planta tendrá una mejor calidad (Quiroz, et al., 2015 p. 43).

### **2.11.2. Altura**

Es una variable la cual se relaciona con la capacidad fotosintética y su superficie de transpiración, para el caso de las plantas que tienen mayor altura tienen la ventaja de lidiar con la vegetación competidora; sin embargo, implica una buena salud fisiológica y un sistema radicular adecuado, la cual es expresada en centímetros (Quiroz, et al., 2015 p. 43).

### **2.11.3. Razón del diámetro de cuello DAC con la altura**

La relación que mantiene entre la altura y el diámetro de cuello es definido como índice de esbeltez y permite conocer el balance que posee la planta, cuando los valores van desde 5 a 10 indican que existe una mejor calidad de planta, en caso de que se obtenga un valor superior a 10, se asume que es una planta muy alta, en cuanto al diámetro de cuello DAC se pueden obtener valores menores a 5, valor que indica que posee baja altura respecto al DAC (Quiroz, et al., 2015 p. 43).

## **2.12. Marco conceptual**

**Tratamientos de semillas:** se refiere al uso de aplicaciones y procesos en las semillas antes de la siembra esta acción se realiza para proteger y mejorar la consolidación de cultivos saludables en espacios controlados (Croda, 2021).

**Sustratos:** se considera a todo material sólido distinto del suelo in situ, puede ser de origen natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, el cual es colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, esta composición de materia permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando un papel de soporte para la planta y que puede intervenir o no en la nutrición vegetal (Agroequipos Del Valle, 2018).

**Climatización de las plantas:** consiste en transferir plantas completas producidas in vitro a un ambiente diferente o externo. (Haygert, et al., 2017).

Este procedimiento se va modificando gradualmente y se debe realizar con precaución para minimizar el estrés en esta etapa y maximizar la supervivencia, es importante manejar adecuadamente la humedad relativa del aire, las condiciones del sustrato, la temperatura y la luz (Haygert, et al., 2017).

### **2.13. Estadística**

Herramienta cuyo método científico basado en el análisis matemático la cual permite obtener conocimientos y decisiones. Matemáticamente la estadística es considerada como ciencia o método científico mediante la colección de datos (Reverte, et al., 2013 p. 1). Con el fin de tomar decisiones en un negocio y la economía (Williams, 2008 pp. 3-4).

### **2.14. Costo de producción**

Considerado como el valor monetario empleado en un lapso de tiempo para la elaboración y servicios los cuales se pueden recuperarse (Bautista, 2019 p. 8).

#### ***2.14.1. Costos variables***

Valores variables que aumentan o disminuyen en la producción de un producto o servicio; en la producción estos valores serán siempre constantes (Busines, 2020 p. 1). En temas de economía los costos variables siempre serán variables es decir costos variables son costos que cambian a medida que cambia el volumen (Busines, 2020 p. 1).

#### ***2.14.2. Costos fijos***

Valores independientes al volumen de producción. Y llegan a basarse en el tiempo, cantidad producida o vendida por una empresa. Conocidos como gastos generales (Busines, 2020 p. 1).

### **2.15. Caja de flujo y retorno**

El flujo de caja es una herramienta que permite determinar la rentabilidad que cualquier tipo de inversión (Bancoldex, 2016 pp. 2-8), en un negocio, empresa o persona natural, donde se reporta los ingresos y salidas del capital cuyo objetivo es indicar la acumulación de activos (Bancoldex, 2016 pp. 2-8).

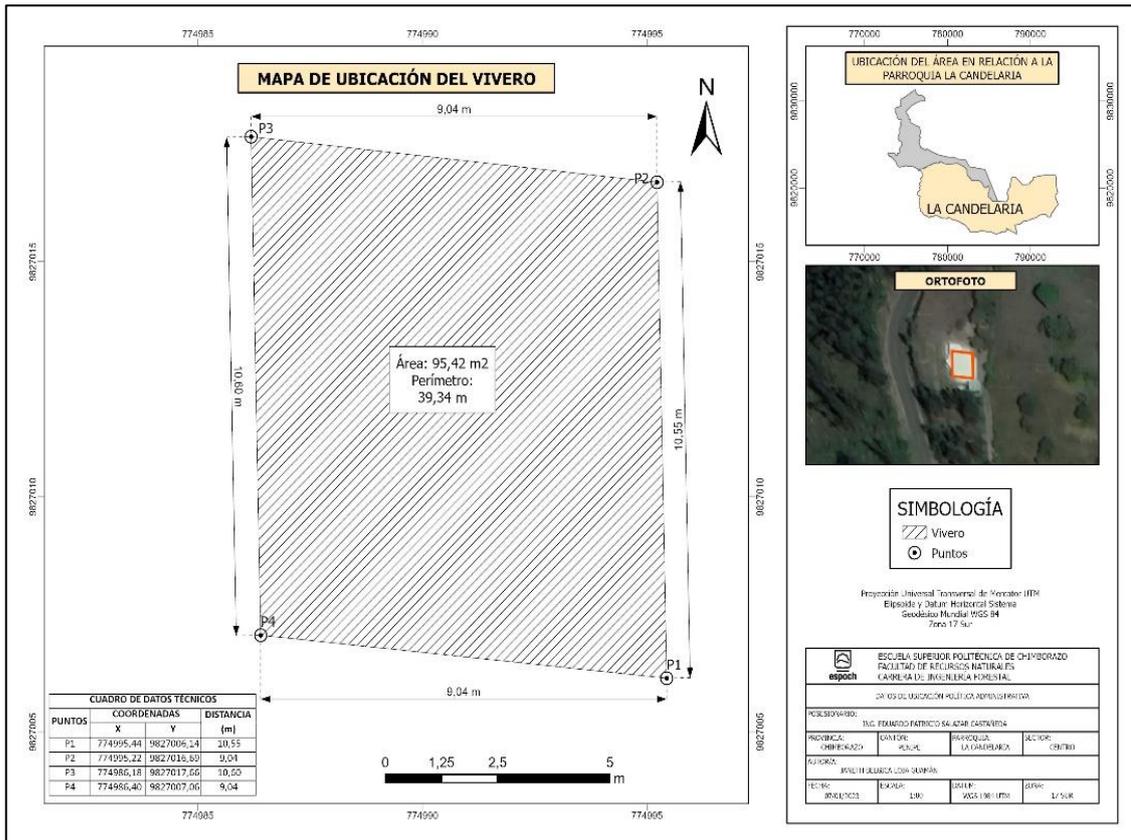
## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Materiales y métodos

##### 3.1.1. Localización del ensayo

El presente trabajo de investigación se realizó en un vivero temporal ubicado en la provincia de Chimborazo, Cantón Penipe, dentro de la parroquia la Candelaria a 80 km de su cabecera Cantonal.



**Ilustración 1-3:** Mapa de zonificación del ensayo

Realizado por: Loja J., 2023

##### 3.1.2. Ubicación geográfica

La parroquia Candelaria se encuentra ubicado geográficamente en un rango altitudinal de 5000 a 2.200 m s.n.m., con una latitud de 777117 y una longitud de 9820082 (INHAMI, 2019 pp. 5-9).

### **3.1.3. Características climáticas**

Según los datos recopilados por el (INHAMI, 2019 pp. 5-9); citados por (Muñoz, et al., 2014 pp. 1-14), esta zona posee una precipitación media anual de 1000 - 2000 mm, temperatura promedio de 10 a 14 °C y una humedad relativa del 80 %.

## **3.2. Materiales**

Durante la investigación se utilizaron los siguientes materiales:

### **3.2.1. Sustratos**

Arena de río, abono orgánico, tamo de arroz y tierra negra.

### **3.2.2. Material genético**

Semilla de caoba (*Swietenia macrophylla*)

### **3.2.3. Materiales de oficina**

Borrador, computadora (Microsoft Windows 10 Hom), hojas, impresora HP, libreta, lápiz, regla.

### **3.2.4. Materiales de campo**

Azadón, carretilla, datalogger, pala, fundas, regadera, termómetro, vitavax y zaranda.

## **3.3. Metodología**

### **3.3.1. Diseño experimental**

#### **3.3.1.1. Tipo de diseño experimental**

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo bifactorial, con cuatro tipos de sustratos y tres tratamientos pre germinativos, con 12 tratamientos y cuatro repeticiones y un total de 144 unidades experimentales.

$$SST = SSA + SSB + SSAB + SSE$$

Tratamiento = factor A (sustratos) + factor B (Tratamientos pre germinativos) + interacción AB.

**Tabla 1-3:** Fuente de variación

Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Factor A	fa-1	3
Factor B	fb-1	2
Bloques o repeticiones	(bloq - 1)	3
Factor A x Factor B	(fa-1)(fb-1)	6
Error	n-1(bt)	33
Total	nbtps-1	47

Realizado por: Loja J., 2023

### 3.3.1.2. Especificaciones de Campo Experimental

- Número de tratamientos: 12
- Número de repeticiones: 4
- Número de unidades experimentales: 48
- Número de plantas por tratamiento: 3
- Número total de plantas: 144
- Número de plantas a evaluar: 12/ tratamiento
- Número total de plantas evaluadas: 144
- Área de estudio: 1,5 m x 1,5 m = 3 m<sup>2</sup>

### 3.3.1.3. Factores de estudio

- **Factor A : Tipos de sustratos**

- 

**A1 Sustrato 1:** Arena de río 100%

**A2 Sustrato 2 :** Arena de río (25%), Tierra negra (25%) , Tamo de arroz (25%) y Abono orgánico (25%)

**A3 Sustrato 3 :** Arena de río (50%) , Tierra negra (30%), Tamo de arroz (10%) y Abono orgánico (10%)

**A4 Sustrato 4 :** Arena de río (10%) , Tierra negra (50%) , Tamo de arroz (5%) y Abono orgánico (35%).

- **Factor B: Tratamientos pregerminativos**

**B1** Sin Agua.

**B2** Agua de coco por 24 horas.

**B3** Agua al ambiente por 24 horas.

### 3.3.2. *Tratamientos*

**Tabla 2-3:** Tabla de tratamientos evaluados en el estudio de Caoba (*Swietenia macrophylla* KING).

Tratamientos	Códigos	Descripción
T1 (Testigo)	<b>A1B1</b>	Semillas sin ningún tratamiento pregerminativos + arena de río 100% como principal sustrato.
T2	<b>A1B2</b>	Arena de río 100% + con semillas remojadas en agua de coco por 24 horas.
T3	<b>A1B3</b>	Arena de río 100% + con semillas remojadas en agua al ambiente por 24 horas.
T4	<b>A2B1</b>	Arena de río (25%), Tierra negra (25%), Tamo de arroz (25%) y Abono orgánico (25%) + con semillas sin ningún tratamiento pre germinativo.
T5	<b>A2B2</b>	Arena de río (25%), Tierra negra (25%), Tamo de arroz (25%) y Abono orgánico (25%) + con semillas sumergidas en agua de coco por 24 horas.
T6	<b>A2B3</b>	Arena de río (25%), Tierra negra (25%), Tamo de arroz (25%) y Abono orgánico (25%) + con semillas sumergidas en agua al ambiente por 24 horas.
T7	<b>A3B1</b>	Arena de río (50%), Tierra negra (30%), Tamo de arroz (10%) y Abono orgánico (10%) + con semillas sin ningún tratamiento pre germinativo.
T8	<b>A3B2</b>	Arena de río (50%), Tierra negra (30%), Tamo de arroz (10%) y Abono orgánico (10%) + con semillas remojadas en agua de coco por 24 horas.
T9	<b>A3B3</b>	Arena de río (50%), Tierra negra (30%), Tamo de arroz (10%) y Abono orgánico (10%) + con semillas sumergidas en agua al ambiente por 24 horas.
T10	<b>A4B1</b>	Arena de río (10%), Tierra negra (50%), Tamo de arroz (5%) y Abono orgánico (35%) + con semillas sin ningún tratamiento pre germinativo.
T11	<b>A4B2</b>	Arena de río (10%), Tierra negra (50%), Tamo de arroz (5%) y Abono orgánico (35%) + con semillas remojadas en agua de coco por 24 horas.
T12	<b>A4B3</b>	Arena de río (10%), Tierra negra (50%), Tamo de arroz (5%) y Abono orgánico (35%) + con semillas sumergidas en agua al ambiente por 24 horas.

Realizado por: Loja J., 2023

### 3.4. Metodología de la investigación

Para el inicio de este trabajo de investigación se procedió a la construcción de un vivero temporal cuya cubierta fue totalmente hecha de plástico para incrementar la temperatura. Con un área de 24 m<sup>2</sup>, mismo que se distribuyó para cada tratamiento.

Dentro de las actividades previas al cumplimiento de los objetivos se realizó:

- La selección: las semillas fueron adquiridas en el vivero, Forestal Plants en la provincia de Orellana, las cuales fueron seleccionadas retirando materiales inertes, semillas extrañas, deformes e incompletas.
- Para la desinfección de las semillas se utilizó Vitavax 200 (carboxin + tiran), en una solución de 2 g/l, durante 30 minutos antes de la siembra con el fin de evitar afecciones por agentes patógenos.

Aplicación de los tratamientos pre germinativos seleccionados para el ensayo.

- Para el tratamiento uno (testigo), no se aplicó ningún tratamiento pre-germinativo.
- Para aquellos tratamientos con agua de coco se utilizó 100 ml en el cual se sumergió las semillas en un periodo de 24 horas. De igual manera en aquellos tratamientos con agua al ambiente a, se utilizó 100 ml con un periodo de inmersión por 24 horas.
- La adquisición de los sustratos fue realizada en el vivero el Picaflor, las cuales fueron desinfectados en agua a una temperatura de 100 °C en cubetas de 10 litros por 48 horas, dejando secar y enfriar.
- Para la preparación de los sustratos compuestos, previamente se procedió a cernir tanto la arena de río, tierra negra, tamo de arroz y el abono orgánico (estiércol) con el fin de eliminar pedregosidad, grumos y raíces existentes en el sustrato (Tabla 10-3).
- Enfundado de los sustratos compuestos; se utilizó fundas de polietileno de 5x7 cm de color negro con agujeros para una mejor retención del calor (Fototropismo) y drenaje. Los tratamientos fueron distribuidos en una cama de 1,50 x 1,50 metros.
- Riego: En cuanto al riego se aplicó considerando los requerimientos hídricos de cada tratamiento.
- Siembra: Se cubrió el embrión con el sustrato dejando el ala descubierta en la superficie con el fin de evitar problemas de pudrición en la semilla. Para el manejo de malezas se la hizo manualmente en caso de requerirla oportunamente.

### 3.5. Métodos de evaluación

#### 3.5.1. Para la ejecución del primer y segundo objetivo se utilizó la siguiente metodología

##### 3.5.1.1. Porcentaje de Germinación y Emergencia

Se realizó la evaluación del porcentaje de germinación mediante la toma de datos a partir de los 35 días después del inicio de la germinación. Además, se determinó porcentaje de supervivencia a los 45 días.

$$\%E = \frac{\text{No. de plantas emergidas en el ultimom conteo}}{\text{No. de semillas sembradas}} \times 100$$

**Fuente:** (López, et al., 2016 p. 138)

**Realizado por:** Loja J., 2023

##### 3.5.1.2. Porcentaje de supervivencia

Se obtuvo el porcentaje de supervivencia de cada uno de los tratamientos, hasta los 15, 30 y 45 días.

$$\%SV = \frac{\text{No. de plantas vivas}}{\text{No. de plantas vivas} + \text{No. de plantas muertas}} \times 100$$

**Fuente:** (Barreto, 2015 p. 9)

**Realizado por:** Loja J., 2023

##### 3.5.1.3. Altura de la planta

Se evaluó la altura de la planta mediante el uso de un flexómetro cada 15, 30 y 45 días, tomando los datos a partir del cuello de la planta hasta su ápice.

##### 3.5.1.4. Diámetro altura del cuello (Dac) de la planta

Se evaluó el diámetro a la altura del cuello de la planta (DAC) mediante el uso de pie de rey digital cada 15, 30 y 45 días; para la medición de esta variable los datos fueron tomados a la base del cuello de la planta.

##### 3.5.1.5. Número de foliolos

La evaluación del número de hojas verdaderas fue realizada mediante el conteo de cada una de las plántulas en un periodo de evaluación a los 15, 30 y 45 días.

### **3.5.2. Análisis estadístico y pruebas de significancia**

El análisis de varianza se realizó mediante el software Infostat estudiantil, con el fin de verificar si los datos recolectados cumplen con los supuestos de normalidad se aplicó la prueba de Shapiro Wilks; para la homocedasticidad se aplicó Levene. Para normalizar los datos de los porcentajes se hizo la transformación de Bliss.

Para aquellos datos que demuestren normalidad se aplicó un análisis de varianza (ADEVA), para las distintas medias con el fin de determinar el grado de significancia entre los tratamientos; Interacciones (sustratos \* Tratamientos pregerminativos) y bloques. Para la separación de medias se aplicó una prueba de Tukey al 0,05 %. Para los datos que no presentaron normalidad se utilizó pruebas no paramétricas de Friedman (DBCA).

### **3.5.3. Para la ejecución del tercer objetivo se utilizó la siguiente metodología**

Para el Análisis económico de los tratamientos, se realizó bajo la metodología de (Perrin, et al., 1983 pp. 25-37).

- Se ordenaron los tratamientos en estudio, con el fin de determinar el costo variable por tratamiento; donde se consideraron el costo de los tratamientos pregerminativos, el costo por sustratos, costo de la semilla, mano de obra empleada por cada tratamiento y costo de las fundas de polietileno empleadas para las plántulas.
- Para el cálculo del rendimiento total entre tratamientos se consideraron los porcentajes de supervivencia y la superficie en m<sup>2</sup> por tratamiento establecido dentro del umbráculo (N ° de plantas /m<sup>2</sup>).
- Rendimiento total ajustado al 10 %; Se restó el rendimiento total con el valor determinado al 10 %, para cada uno de los tratamientos.
- Para la determinación del beneficio bruto por tratamiento se calculó en función al producto entre el costo por planta en el mercado y el rendimiento ajustado al 10 %.
- El beneficio neto se determinó en base al beneficio bruto menos el costo variable de cada uno de los tratamientos en estudio.

- Para el análisis de dominancia se ordenaron los tratamientos de manera descendentes (de mayor a menor), en función a los costos variables. Aquellos valores negativos pertenecientes al beneficio neto por tratamiento fueron considerados valores dominados y no dominados aquellos valores positivos.
- El cálculo de la tasa marginal de retorno se determinó en base a costo variable y beneficio neto de aquellos tratamientos cuyos valores son dominantes.

## CAPÍTULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Análisis e interpretación de resultados

##### 4.1.1. Temperatura y Humedad relativa en el interior del Vivero Temporal

- Temperatura máxima: 38°C
- Temperatura media: 26°C
- Temperatura mínima: 13°C
- Humedad relativa: 67,25%

Los datos marcados dentro de vivero temporal indicaron un sitio adecuado, cuya temperatura media alcanzaba los 26 a 38 °C, pese a la ubicación geográfica del sitio en estudio.

##### 4.1.2. Porcentaje de Germinación a los 15 días de *Swietenia macrophylla* (Caoba)

Según el análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación en *Swietenia macrophylla*, los resultados presentaron diferencias altamente significativas indicando que hay un efecto en la germinación de la interacción sustratos \* Tratamiento pregerminativos. El coeficiente de variación fue de 37,79 % (Anexo B).

**Tabla 3-4:** Separación de medias (Tukey) del porcentaje de germinación, a los 15 días

Sustratos* T. Pregerminativos	Medias	N	E.E.	Rangos	
T8 ( A3B2)	75%	4	9,18	A	
T12 (A4B3)	58,34%	4	9,18	A	B
T11 (A4B2)	75%	4	9,18	A	B
T5 (A2B2)	58,34%	4	9,18	A	B
T2 (A1B2)	58,34%	4	9,18	A	B
T6 (A2B3)	50%	4	9,18	A	B
T3 (A1B3)	50%	4	9,18	A	B
T4 (A2B1)	41,67%	4	9,18	A	B
T7 (A3B1)	41,67%	4	9,18	A	B
T10 (A4B1)	25%	4	9,18		B
T1 Testigo(A1B1)	25%	4	9,18		B
T9 (A3B3)	25%	4	9,18		B
Medias Con Una Letra Común No Son Significativamente Diferentes (P > 0,05)					

Realizado por: Loja J., 2023

De acuerdo con la Tabla 3-4, se presentan los valores promedios del porcentaje de emergencia a los 15 días después de la germinación. Según la separación de medias. Tukey al 0,05% indica 2 rangos (A y B). En el Rango A encontramos al T12, T11, T5, T2, T6, T3; adicionalmente el tratamiento T8 (Arena de río (50%) , Tierra negra (30%), Tamo de arroz (10%) y Abono orgánico (10%) +semillas sumergidas en agua de coco por 24 horas); con una media de 58,34 % y 75% respectivamente. En el rango (B), con los porcentajes más bajos de germinación se encuentra en tratamiento 1 “Testigo”; T9 y T10 compuesto de (semillas sin ningún tratamiento pregerminativos y arena de río como principal sustrato); (arena de río (50%) , tierra negra (30%), tamo de arroz (10%) y abono orgánico (10%) + semillas sumergidas en agua al ambiente por 24 horas.) y arena de río (10%) , tierra negra (50%) , tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), con semillas sin ningún tratamiento pregerminativo respectivamente, con un porcentaje inferior de germinación del 25 %.

#### 4.1.3. Emergencia a los 30 y 45 días de *Swietenia macrophylla* (Caoba)

Según el análisis de varianza del porcentaje de emergencia a los 30 días se encontró diferencias significativas (tabla 4-4); en la interacción sustrato\* tratamientos pre germinativos con un valor de p (0,4062) mayor al 0,05 %. En cuanto al factor tratamientos pregerminativos existe significancia cuyo valor de p es menor a 0,05 % (tabla 6-4), demostrando que uno de los tratamientos en estudio se diferencia entre sus medias.

**Tabla 4-4:** Análisis de varianza del porcentaje de emergencia a los 30 días.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Transformación Bliss	48	0,38	0,12	34,61 %	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	5390,6	14	385,04	1,47	0,1784
Bloques	625,73	3	208,58	0,79	0,5055
Sustratos	1187,19	3	395,73	1,51	0,2306
<b>Trat. pregerminativos</b>	<b>1909,82</b>	<b>2</b>	<b>954,91</b>	<b>3,64</b>	<b>0,0373</b>
Sustratos*Trat. Pregerminativos	1667,86	6	277,98	1,06	0,4062
Error	8658,55	33	262,38		
Total	14049,15	47			

Realizado por: Loja J., 2023

**Tabla 5-4:** Separación de media del porcentaje de emergencia a los 30 días.

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,05267					
Error: 262,3802 gl: 33					
Tratamientos pregerminativos	Medias	n	E.E.	Rangos	
B2 (Agua de coco por 24 horas )	62,50%	16	4,05	A	
B3 (Agua al ambiente por 24 horas )	50%	16	4,05		B
B1 (Sin agua)	41,67%	16	4,05		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

Realizado por: Loja J., 2023

Mediante la separación de media al 0,05 %; según Tukey se encontró dos rangos (A y B), con relación al porcentaje de germinación a los 30 días. Donde el factor tratamiento pregerminativo a base de agua de coco por 24 horas; muestra una media superior a los demás tratamientos con un valor de 62,50 % (tabla 5-4). Evidenciando un mejor comportamiento de caoba en cuanto a la germinación a base de este tipo de tratamientos pregerminativos.

**Tabla 6-4:** Análisis de varianza del porcentaje de emergencia a los 45 días.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Transformación Bliss %	48	0,57	0,39	34,35 %	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	11349,03	14	810,64	3,15	0,0034
Bloques	838,97	3	279,66	1,09	0,3687
Sustratos	5066,42	3	1688,81	6,56	0,0013
Trat. germinativos	4679,02	2	2339,51	9,08	0,0007
Sustratos*Trat. Pre-germinativos	764,63	6	127,44	0,49	0,0017
Error	8499,96	33	257,57		
Total	19848,99	47			

Realizado por: Loja J., 2023

A los 45 días de evaluación en cuanto al porcentaje de germinación se pudo evidenciar en base al análisis del Anova, diferencias significativas, cuyo valor de p fue de 0,0017 (tabla 6-4). demostrando que existe efectos entre las interacciones sustratos \*tratamientos pregerminativos.

**Tabla 7-4:** Porcentaje de emergencia a los 45 días.

Sustratos* T. Pregerminativos	Medias	N	E.E.	Rangos		
				A	B	C
T11 (A4B2)	75%	4	9,18	A		
T12 (A4B3)	63,55%	4	9,18		B	
T8 (A3B2)	58,68%	4	9,18		B	
T5 (A2B2)	53,82%	4	9,18		B	
T2 (A1B2)	45%	4	9,18		B	
T10 (A4B1)	45%	4	9,18		B	
T6 (A2B3)	45%	4	9,18		B	
T4 (A2B1)	41,67%	4	9,18		B	
T3 (A1B3)	41,67%	4	9,18		B	
T9 (A3B3)	25%	4	9,18			C
T1 (A1B1)	25%	4	9,18			C
T7 (A3B1)	25%	4	9,18			C
Medias Con Una Letra Común No Son Significativamente Diferentes (P > 0,05)						

Realizado por: Loja J., 2023

De acuerdo con la Tabla 7-4, se presentan los valores promedios del porcentaje de emergencia de las semillas de caoba a los 45 días después de la germinación. Según Tukey al 0,05%; se encontró 3 rangos (A, B y C). En el rango A se encuentra el tratamiento 11 (A4B2), compuesto de arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), cuyas semillas fueron sumergidas en agua de coco por 24 horas con una media de 75%, adicionalmente: en el rango B se encuentran los tratamientos T12, T5, T8, T2, T10, T6, T4 y T3 y en el tercer rango (C), se encuentra en T1 “Testigo”, T7 y T9 con el menor porcentaje de germinación del 25%.

#### 4.1.4. Resumen de los resultados del porcentaje de germinación.

**Tabla 8-4:** Tabla resumen del porcentaje de germinación a los 15, 30 y 45 días.

Factor B	Tratamiento pregerminativos	15 días	30 días	45 días
		Semillas	semillas	semillas
B1	Sin agua	16	22	23
<b>B2</b>	<b>Agua de coco</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>32</b>
B3	Agua al ambiente	23	24	23

Realizado por: Loja J., 2023

La tabla 8-4 indica el número de semillas germinadas al final de la evaluación; donde se muestra que el tratamiento pregerminativo cuyas semillas fueron sumergidas en agua de coco por 24 horas, muestran un mejor comportamiento en la germinación. Con un total de 32 semillas germinadas de las 48 plantadas muestra superioridad con los demás tratamientos pregerminativos. El tratamiento 11 compuesto de (A4B2), arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), cuyas semillas fueron sumergidas en agua de coco por 24 horas, alcanzó 81,18 % de germinación al final del periodo de evaluación.

#### ***4.1.5. Altura(cm) a los 15 días después de su germinación de Swietenia macrophylla***

Según el análisis de varianza ANOVA. (Anexo D), se determinó que no existe significancia entre bloques y los tratamientos en sus respectivas interacciones (Sustrato\*Tratamientos pregerminativos), es decir se demuestra homogeneidad en sus tratamientos y el promedio se acerca a sus medianas, Cuyo coeficiente de variación fue de 25,8 %, cumpliendo con los supuestos de normalidad.

#### ***4.1.6. Diámetro DAC (mm) a los 15 días después de su germinación en Swietenia macrophylla***

Según el análisis de varianza ANOVA. (Anexo F), se determinó que no existe significancia entre sus respectivas interacciones (Sustrato\*Tratamientos pregerminativos), en cuanto al diámetro altura del cuello (DAC) a los 15 días de la primera evaluación, indica que no existe diferencia entre sus medias. Cuyo coeficiente de variación fue de 28,31 %, aun cumpliendo con los supuestos de normalidad.

#### ***4.1.7. Número de folíolos a los 15 días después de su germinación de Swietenia macrophylla***

En cuanto al análisis de varianza de la variable número de hojas (Anexo H), se pudo determinar que no existió diferencias significativas entre tratamientos en sus respectivas interacciones (Sustrato\*Tratamientos pregerminativos). Encontrando homogeneidad entre los datos, el promedio se acerca a sus medianas. El coeficiente de variación de nuestros datos fue de 27,06 %, cumpliendo con los supuestos de normalidad (Anexo G).

#### ***4.1.8. Altura(cm) de las plantas a los 30 días después de su germinación***

Según el análisis de varianza ANOVA. (Anexo J), a los 30 días el crecimiento en cuanto a su altura no existió diferencias significativas entre bloques y los tratamientos en sus respectivas

interacciones (Sustrato\*Tratamientos pregerminativos). Demostrando que hasta esta etapa de desarrollo las medias son similares entre tratamientos, el coeficiente de variación fue de 23,3 %.

#### 4.1.9. *Altura(cm) de las plantas a los 45 días después de su germinación*

Según el análisis de varianza para la variable altura evaluada a los 45 días de haber germinado las plantas de *Swietenia macrophylla*.

Se obtuvo diferencias altamente significativas entre sus tratamientos, (Interacciones: sustratos \* Tratamiento pregerminativos), por esta razón se procedió a realizar la prueba de separación de medias. El coeficiente de variación fue de 22,62 % (Anexo K).

**Tabla 9- 4:** Separación de medias (P. Tukey) al 5% de la Altura, a los 45 días

Tratamientos	Sustrato*Trat. Pregerminativos	Medias (cm)	n	E.E.		
T11	A4B2	22,81	4	1,1	A	
T8	A3B2	11,2	4	1,1	A	B
T12	A4B3	10,71	4	1,1	A	B
T5	A2B2	9,83	4	1,1		B
T7	A3B1	9,8	4	1,1		B
T3	A1B3	9,54	4	1,1		B
T2	A1B2	9,33	4	1,1		B
T4	A2B1	9,21	4	1,1		B
T10	A4B1	9,14	4	1,1		B
T6	A2B3	8,66	4	1,1		B
T9	A3B3	7,08	4	1,1		B
T1(Testigo)	A1B1	6,45	4	1,1		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )						

**Realizado por:** Loja J., 2023

La tabla 9-4, presenta los valores promedios de la altura a los 45 días después de su germinación. Según Tukey al 0,05%; se encontró 2 rangos (A y B). En el rango A el tratamiento 11 (Arena de río (10%), Tierra negra (50%), Tamo de arroz (5%) y Abono orgánico (35%) + semillas sumergidas en agua de coco por 24 horas.), presenta una media de 22,81 cm, superando a los demás tratamientos evaluados.

En el rango (B), con una media menor a los tratamientos de este rango se encuentra el testigo con 6,45 cm de altura.

#### **4.1.10. Diámetro DAC (mm) a los 30 días de su germinación en *Swietenia macrophylla***

De acuerdo con el análisis de varianza para la variable diámetro altura del cuello (DAC) a los 30 días, los resultados no presentaron diferencias significativas para los factores sustratos y tratamientos pregerminativos. El coeficiente de variación fue de 23,34 % (Anexo M).

#### **4.1.11. Diámetro DAC (mm) a los 45 días de su germinación en *Swietenia macrophylla***

Con el análisis de varianza aplicado a la variable diámetro altura de cuello a los 45 días, los resultados no presentaron diferencias significativas para los tratamientos (sustrato\*tratamientos pregerminativos). El coeficiente de variación fue de 24,34 %.

**Tabla 10-4:** Análisis de varianza de la variable diámetro altura del cuello (DAC) a los 45 días.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
DAC (mm) 45 días	48	0,33	0,05	24,34 %	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,84	14	0,2	1,16	0,3452
Bloques	0,27	3	0,09	0,52	0,6703
Sustratos	0,95	3	0,32	1,82	0,1628
Trat. Pregerminativos	0,9	2	0,45	2,59	0,0898
Sustratos*Trat. Pregerminativos	0,71	6	0,12	0,68	0,6655
Error	5,75	33	0,17		
Total	8,59	47			

Realizado por: Loja J., 2023

#### **4.1.12. Número de folíolos a los 30 días después de la germinación**

La tabla 11-4 indica la prueba de Friedman. Donde se obtuvo 3 rangos. En el rango A se encuentran el T11 compuesto de (arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%) + semillas sumergidas en agua de coco por 24 horas.) y en el rango B se encuentra T12: compuesta de arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%) con semillas sumergidas en agua al ambiente por 24 horas respectivamente; presentando relevancia en cuanto al número de folíolos con una mediana de 6 hojas por planta.

**Tabla 11-4:** Análisis de Friedman a los 30 días para el número de folíolos de *Swietenia macrophylla*.

Prueba de Friedman													
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T <sup>2</sup>	P
5,38	5,75	3,38	5,88	7	4,75	5,88	7	4,38	7	11,5	10,1	3,69	0,0017

Tratamientos	Sustrato* Pregerminativos	Trat.	Mediana	Rangos		
T11	A4B2		6	A		
T12	A3B2		6	A		
T8	A4B3		5		B	
T5	A3B1		5		B	
T10	A1B2		5		B	
T7	A4B1		5		B	
T4	A2B1		5		B	
T2	A2B2		5		B	
T1	A1B1		5		B	
T6	A2B3		5		B	
T9	A3B3		5		B	
T3	A1B3		4			C

Realizado por: Loja J., 2023

#### 4.1.13. Número de folíolos a los 45 días después de la germinación

La tabla 12-4 indica la prueba de Friedman. Donde se obtuvo 3 rangos. En el rango A se encuentra el T11 compuesto de (arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%) con semillas sumergidas por 24 horas en agua de coco; presentando relevancia en cuanto al número de folíolos con una mediana de 8 hojas por planta.

En el rango B se encuentra el tratamiento 12: compuesta de arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%) cuyas semillas fueron sumergidas en agua al ambiente por 24 horas respectivamente y T10 conformado por: arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%) cuyas semillas no fueron sometidas a un tratamiento pre germinativo; presentando una mediana de 7 hojas por planta; valores inferiores a los demás tratamientos que se encuentran dentro del rango C.

**Tabla 12-4:** Análisis de Friedman a los 45 días para el número de folíolos de *Swietenia macrophylla*

Prueba de Friedman													
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T <sup>2</sup>	P
5,25	4,13	4,88	4,88	6,3	5,13	6,25	7,38	4,63	8,75	11,75	8,75	3,9	0,001
Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 13,199													

Tratamientos	Sustrato* Trat. Pregerminativos	Medianas	n			
T11	A4B2	8	4	A		
T10	A1B2	7	4		B	
T12	A3B2	7	4		B	
T8	A4B3	6	4			C
T7	A4B1	6	4			C
T5	A3B1	6	4			C
T1	A1B1	6	4			C
T6	A2B3	6	4			C
T3	A1B3	6	4			C
T4	A2B1	6	4			C
T9	A3B3	6	4			C
T2	A3B2	6	4			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,050)						

Realizado por: Loja J., 2023

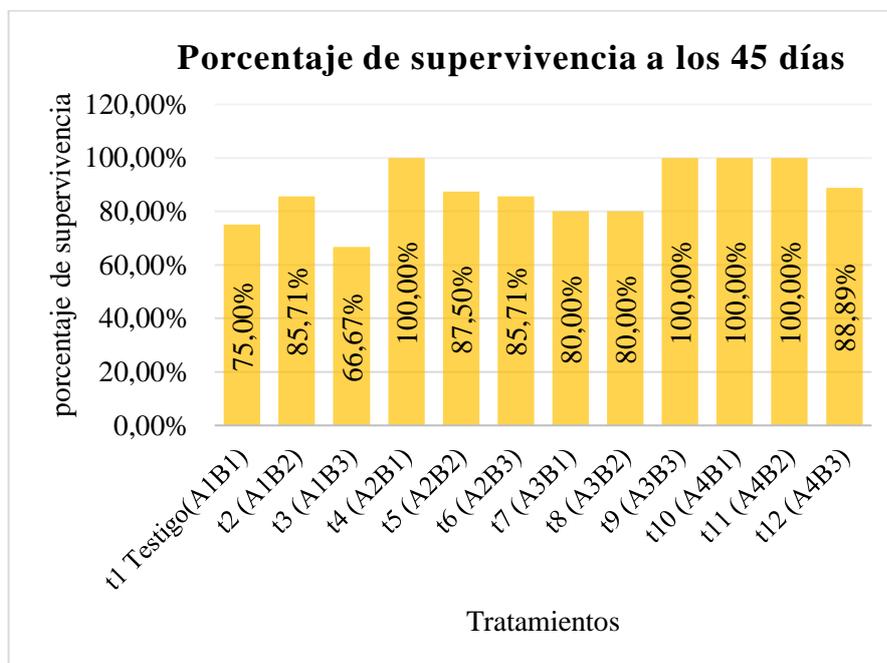
#### 4.1.14. Porcentaje de Supervivencia a los 45 días de *Swietenia macrophylla*

**Tabla 13-4:** Análisis de varianza del porcentaje de supervivencia a los 45 días de evaluación

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
% Bliss Supervivencia	48	0,17	0	30,02 %	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	4029,78	14	287,84	0,48	0,9264
Bloques	789,23	3	263,08	0,44	0,7252
Sustratos	1610,27	3	536,76	0,9	0,4516
Tratamientos pregerminativos	202,31	2	101,16	0,17	0,8447
Sustratos*Trat. pregerminativos	1427,97	6	237,99	0,4	0,8743
Error	19682,76	33	596,45		
Total	23712,54	47			

Realizado por: Loja J., 2023

Con el análisis de varianza aplicado a la variable porcentaje de supervivencia a los 45 días, los resultados no presentaron diferencias significativas para los tratamientos (sustrato\*tratamientos pregerminativos. El coeficiente de variación fue de 30,02 %.



**Ilustración 2-4:** Porcentaje de supervivencia evaluada a los 45 días.

Realizado por: Loja J., 2023

En el gráfico 2-4, se puede observar el porcentaje de supervivencia a los 45 días después de su germinación. Cuatro de los doce tratamientos no presentaron niveles de mortalidad. Cada uno de estos sustratos brinda las condiciones ideales para la adaptación y sobrevivencia de *Swietenia macrophylla*, cuyo porcentaje de supervivencia fue del 100 %; a diferencia del T3: compuesto de Arena de río 100% + semillas sumergidas en agua al ambiente por 24 horas; con un porcentaje del 66,7 %, de plántulas vivas al final de la evaluación y un 33,3% de plantas muertas.

Cabe indicar que los mejores tratamientos contienen una mayor proporción de tierra negra y abono orgánico en su composición; como es el caso del T4; T9; T10; T11; sin embargo, en relación con el porcentaje de germinación algunos de estos tratamientos no resultan eficientes en la emergencia de la semilla (tabla 7-4).

#### 4.1.15. Resumen de los resultados de los parámetros dasométricos de la investigación

**Tabla 14-4:** Resultados de los parámetros dasométricos de la investigación

Factor A	Altura (cm)	Dac (mm)	Número de foliolos
<b>A1:</b> Arena de río 100%	8,439	1,58	5
<b>A2:</b> Arena de río (25%), Tierra negra (25%), Tamo de arroz (25%) y Abono orgánico (25%)	9,235	1,70	6
<b>A3:</b> Arena de río (50%), Tierra negra (30%), Tamo de arroz (10%) y Abono orgánico (10%)	9,350	1,63	6
<b>A4:</b> Arena de río (10%), Tierra negra (50%), Tamo de arroz (5%) y Abono orgánico (35%)	<b>11,880</b>	<b>1,95</b>	<b>7</b>

Realizado por: Loja J., 2023

La tabla 14-4 muestra el promedio general por factor a los 45 días de evaluación. Con 11,88 cm, 1,95 mm y 7 hojas por planta. Demuestra que el mejor comportamiento en cuanto al desarrollo inicial con relación a su altura, diámetro y número de foliolos corresponde al sustrato (**A4:** Sustrato 4), compuesto por: arena de río (10%), tierra negra (50%), Tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%). Razón por la cual las interacciones (factor B2), agua de coco como tratamiento pregerminativo y el sustrato (factor A4), compuesto de arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%) con sus respectivos porcentajes correspondiente al T11. Al final de la evaluación demostró una mejor adaptabilidad en el crecimiento inicial de caoba con un promedio de 15,81 cm, 2,12 mm y 8 hojas por planta en cuanto a su altura, diámetro y número de foliolos.

#### **4.1.16. Análisis económico de la investigación**

##### **4.1.16.1. Costos Variables por Cada Tratamiento**

Los costos variables se calcularon en base a los montos invertidos para cada tratamiento, por ejemplo; el porcentaje de cada sustrato utilizado, costo de los tratamientos pregerminativos, materiales de siembra, precio de las semillas y mano de obra.

Observando que el tratamiento 5 mostro un mayor costo de inversión. A diferencia del testigo sin inmersión (T1), con 7,42 dólares y tratamiento 3 con 7,57 \$. Mismos que muestran un margen de inversión relativamente menor a los demás tratamientos (tabla 15-4).

**Tabla 15-4:** Costos variables por tratamientos evaluados

Tratamientos	Códigos	Tratamientos pregerminativos	Sustrato /m2	Costos variables/m2
T1	A1B1	0,12	7,30	7,42
T2	A1B2	1,62	7,30	8,92
T3	A1B3	0,27	7,30	7,57
T4	A2B1	0,12	14,05	14,17
T5	A2B2	1,62	14,05	15,67
T6	A2B3	0,27	14,05	14,32
T7	A3B1	0,12	10,72	10,84
T8	A3B2	1,62	9,70	11,32
T9	A3B3	0,27	10,72	10,99
T10	A4B1	0,12	12,01	12,13
T11	A4B2	1,62	10,30	11,92
T12	A4B3	0,27	12,01	12,28

Realizado por: Loja J., 2023

*4.1.16.2. Rendimiento y beneficio neto por tratamiento***Tabla 16-4:** Rendimientos por tratamiento en función al número de plantas

Tratamientos	Códigos	Plantas vivas	Superficie (Trat/m2)	Rendimiento (Unid/m2)
T1	A1B1	3	0,25	12,00
T2	A1B2	6	0,25	24,00
T3	A1B3	4	0,25	16,00
T4	A2B1	5	0,25	20,00
T5	A2B2	7	0,25	28,00
T6	A2B3	6	0,25	24,00
T7	A3B1	4	0,25	16,00
T8	A3B2	8	0,25	32,00
T9	A3B3	4	0,25	16,00
T10	A4B1	6	0,25	24,00
T11	A4B2	10	0,25	40,00
T12	A4B3	8	0,25	32,00

Realizado por: Loja J., 2023

El rendimiento se calculó en función a todas las plantas vivas y la superficie establecida para cada tratamiento. Observando en la tabla 16-4, el rendimiento más alto se encuentra en el tratamiento 11. Compuesto de arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), cuyas semillas fueron sumergidas en agua de coco por 24 horas., con un valor de 40 unid/m2.

**Tabla 17-4:** Beneficio neto por cada tratamiento evaluado

Trat	Cod.	Rend. (Superficie/m <sup>2</sup> )	Rendimiento ajustado al 10% (Unidad/superficie)	Costo/Plan ta del mercado	Ingreso Bruto	Costos variables	Beneficio Neto
T1	A1B1	12,0	10,8	0,5	5,4	7,42	-2,02
T2	A1B2	24,0	21,6	0,5	10,8	8,92	1,88
T3	A1B3	16,0	14,4	0,5	7,2	7,57	-0,37
T4	A2B1	20,0	18	0,5	9	14,17	-5,17
T5	A2B2	28,0	25,2	0,5	12,6	15,67	-3,07
T6	A2B3	24,0	21,6	0,5	10,8	14,32	-3,52
T7	A3B1	16,0	14,4	0,5	7,2	10,84	-3,64
T8	A3B2	32,0	28,8	0,5	14,4	11,32	3,08
T9	A3B3	16,0	14,4	0,5	7,2	10,99	-3,79
T10	A4B1	24,0	21,6	0,5	10,8	12,13	-1,33
T11	A4B2	40,0	36	0,5	18	11,92	6,08
T12	A4B3	32,0	28,8	0,5	14,4	12,28	2,12

Realizado por: Loja J., 2023

El cálculo rendimiento ajustado de cada tratamiento fue determinado con una tasa del 10 %. En la cual se puede observar (tabla 17-4); valores de 18,00 \$ y 6,08 \$, tanto para el ingreso bruto y el beneficio neto respectivamente, correspondientes al tratamiento 11 conformado por arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), cuyas semillas fueron sumergidas en agua de coco por 24 horas. Resultados más representativos en comparación a los demás tratamientos en estudio.

#### 4.1.16.3. Análisis de Dominancia entre Tratamientos

El análisis de dominancia (Tabla 18-4); nos indica que los tratamientos; T8 (arena de río (50%) , tierra negra (30%), tamo de arroz (10%) y abono orgánico (10%), cuyas semillas fueron remojadas en agua de coco por 24 horas); T12 (arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%); con semillas sumergidas en agua al ambiente por 24 horas); T2 (arena de río 100% + con semillas remojadas en agua de coco por 24 horas.) y T11 (arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), cuyas semillas fueron remojadas en agua de coco por 24 horas); son valores no dominados, ya que están definidos en función al mayor costo variable y su beneficio neto calculado, para cada uno de los tratamientos.

**Tabla 18-4:** Clasificación de los tratamientos por dominancia y no dominancia

Tratamientos	Códigos	Beneficios Netos (\$)	Costos Que Varían (\$)	Dominancia
T5	A2B2	-3,07	15,67	D
T6	A2B3	-3,52	14,32	D
T4	A2B1	-5,17	14,17	D
T12	A3B2	2,12	12,28	ND
T10	A4B1	-1,33	12,13	D
T11	A4B2	6,08	11,92	ND
T8	A3B2	3,08	11,32	ND
T9	A3B3	-3,79	10,99	D
T7	A3B1	-3,64	10,84	D
T2	A1B2	1,88	8,92	ND
T3	A1B3	-0,37	7,57	D
T1	A1B1	-2,02	7,42	D

Realizado por: Loja J., 2023

#### 4.1.16.4. Tasa de retorno marginal para cada tratamiento

El análisis de la tasa de Retorno marginal está calculado en base a la última evaluación del porcentaje de emergencia a los 45 días.

**Tabla 19-4:** Análisis de la tasa de retorno marginal

Trat	Cod.	Costo Variable	Beneficio Neto	Costos netos marginales	Beneficios netos marginales	Tasa marginal de retorno	T.R.M %
T2	A1B2	8,92	1,88				
<b>T8</b>	<b>A3B2</b>	<b>11,32</b>	<b>3,08</b>	<b>2,4</b>	<b>1,2</b>	<b>0,5</b>	<b>50%</b>
<b>T11</b>	<b>A4B2</b>	<b>11,92</b>	<b>6,08</b>	<b>0,6</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>500%</b>
T12	A3B2	12,28	2,12	0,36	-3,96	-11	

Realizado por: Loja J., 2023

La tabla 19-4, muestra que el T11: compuesto de arena de río (10%) , tierra negra (50%) , tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), cuyas semillas fueron sumergidas en agua de coco por 24 horas; fue el tratamiento que presentó mayor relevancia en todas las variables económicas estudiadas; con una Tasa de Retorno Marginal correspondiente al 500%; demuestra que este tratamiento resulta más rentable en la producción de plántulas de Caoba (*Swietenia macrophylla* KIG)

#### 4.1.16.5. Tabla de resumen del análisis económico por tratamiento

**Tabla 20-4:** Tabla resumen del análisis económico por tratamiento

Trat.	Cód.	Costos variables/m <sup>2</sup>	Rendimiento ajustado al 10% (Unid/superficie)	Ingreso Bruto	Beneficio Neto	dominancia	T.R.M %
T1	A1B1	7,42	10,8	5,4	-2,02	ND	
T2	A1B2	8,92	21,6	10,8	1,88	D	
T3	A1B3	7,57	14,4	7,2	-0,37	ND	
T4	A2B1	14,17	18	9	-5,17	ND	
T5	A2B2	15,67	25,2	12,6	-3,07	ND	
T6	A2B3	14,32	21,6	10,8	-3,52	ND	
T7	A3B1	10,84	14,4	7,2	-3,64	ND	
<b>T8</b>	<b>A3B2</b>	<b>11,32</b>	<b>28,8</b>	<b>14,4</b>	<b>3,08</b>	<b>D</b>	<b>50%</b>
T9	A3B3	10,99	14,4	7,2	-3,79	ND	
T10	A4B1	12,13	21,6	10,8	-1,33	ND	
<b>T11</b>	<b>A4B2</b>	<b>11,92</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>6,08</b>	<b>D</b>	<b>500%</b>
T12	A4B3	12,28	28,8	14,4	2,12	D	

Realizado por: Loja J., 2023

La tabla 20-4; muestra que el tratamiento 11 compuesto por: arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%) cuyas semillas fueron sumergidas en agua de coco por 24 horas; pese a no poseer un costo menor de inversión con relación al testigo (arena al 100 %), la cantidad de plántulas de *Swietenia macrophylla* germinadas supera al número de individuos de los demás tratamientos; razón por la cual presenta un mayor rendimiento, ingreso bruto e ingreso neto, con valores de 36 unid/m<sup>2</sup>; 18,00 usd y 6,08 usd respectivamente, motivo por el cual se obtuvo una tasa de retorno marginal de un 500 %, mostrando mayor rentabilidad en la producción de esta especie.

## 4.2. Discusión

El porcentaje de germinación dentro de la presente investigación demostró que los tratamientos evaluados difieren estadísticamente entre sus medias. Bajo la prueba estadística de Tukey al 5 %, el sustrato de mayor rango pertenece al tratamiento 8; (arena de río (50%), tierra negra (30%), tamo de arroz (10%) y abono orgánico (10%), cuyas semillas fueron sumergidas por 24 horas en agua de coco en los primeros 15 días de evaluación con un 75 % de germinación. El tratamiento

11 compuesto por: arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), cuyas semillas fueron sumergidas en agua de coco por 24 horas, a los 45 días del final de la evaluación; resultó ser el mejor tratamiento en cuanto a germinación con un 81,18 %. Pues una investigación realizada por; (Tenorio, 2018 pp. 45-47), en el cantón Riobamba, donde evaluó esta misma variable; obtuvo un promedio de 72,90 % de germinación de las semillas sembradas bajo el efecto de un sustrato estéril (Bm2). Guardando relación con el presente estudio ya que ambos se desarrollaron bajo condiciones ambientales similares dentro del umbráculo y geográficamente.

Sabiendo que (Tenorio, 2018 pp. 45-47), evaluó 45 plántulas por cada tratamiento y un total de 180 unidades experimentales a una temperatura media de 22 – 30 °C; demostró una baja adaptabilidad de las semillas. Pues en base a los resultados antes mencionados se pudo evidenciar que los sustratos y el tipo de tratamiento pre-germinativo para la propagación de caoba se relaciona de manera directa con la temperatura. Ya que en el respectivo trabajo de investigación; la temperatura media del umbráculo mantenía entre los 26 a 38 °C y una humedad relativa de 67,25 %. Demostrando mayor adaptabilidad de las semillas. Pues de un total de 144 semillas plantadas uno de los 4 tratamientos (Tratamiento 11), demostró superioridad con los datos mencionados por (Tenorio, 2018 pp. 45-47).

Corroborando lo mencionado por (Flores, 2014 p. 2), quien indica que caoba (*Swietenia macrophylla*), se adapta de mejor manera a regiones cálidas, lugares boscosos y suelos sueltos a un rango altitudinal de 0 a 1500 m s.n.m. Los resultados fueron alentadores, pues según estudio realizado por; (Verde, 2014 pp. 57-60), a un rango altitudinal de 660 m s.n.m., en el departamento de Huánuco en Perú obtuvo un 82,2 % de germinación en base a un sustrato compuesto de tierra de bosque; datos similares a los obtenidos en esta investigación.

Según la investigación realizada por (Manzaba, 2022 pp. 16-17), cuyo sustrato utilizado fue de 30% tierra negra 30% arena de río 40% materia orgánica a los 30, 60 y 90 días de evaluación, obtuvo un promedio de 9,85 mm, y 17,71 cm de altura respectivamente. Valores no muy alejados a los conseguidos dentro del presente trabajo. Puesto el tratamiento 11 cuyo sustrato compuesto de arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%) y su interacción bajo inmersión en agua de coco por 24 horas a los 45 días, se consiguió una media de 15,81cm de altura. Resultado sobresaliente considerando que existe 2,1 cm de diferencia a un tiempo menor de 45 días de los datos obtenidos por (Manzaba, 2022 pp. 16-17), demostrando una muy representativa adaptabilidad pese a no encontrarse dentro de su lugar de procedencia.

Determinando que los sustratos con alto contenido de materia orgánica con una adecuada aireación en sitios cálidos contribuyen a la adaptación y desarrollo inicial de *Swietenia macrophylla* (Verde, 2014 pp. 57-60).

De igual manera nuestros promedios guardan una relación con los datos obtenidos por (Verde, 2014 p. 67), cuya evaluación fue hecha a los 45 días, consiguiendo valores de altura promedio de 16,56 cm; bajo el efecto de un sustrato a base bocashi al 100 %. Al igual que los datos presentados por (Macusaya, 2012 p. 37), donde el sustrato compuesto mayormente de material vegetal en un lapso de evaluación de 90 días obtuvo 17,4 cm de altura como mejores resultados. Esta investigación fue realizado a un rango altitudinal de 150 a 500 msnm, similar al rango altitudinal del presente estudio. Pues se sabe que esta especie prefiere suelos de alta retención hídrica y materia orgánica (Jiménez, 1999 p. 5). Determinando que los sustratos que se utilizó cumplen con los requerimientos ideales para esta especie.

Los resultados del diámetro (DAC), obtenidos en base al análisis de varianza, demostraron valores no significativos, debido a que sus promedios no se diferencian entre sí. Al realizar una comparación de medias el tratamiento 11 (arena de río (10%) , tierra negra (50%) , tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), con semillas sumergidas en agua de coco por 24 horas), presenta una media diferenciable a los demás tratamientos con 2,12 mm. Según la investigación realizada en Perú, (Ramirez, 2013 p. 8), obtuvo resultados inferiores a los conseguidos en el presente estudio. Cuyo DAC fue de 1,63 mm; bajo el efecto de un sustrato compuesto de 30% de palo podrido + 30% de humus de lombriz + 30% de tierra negra + 10% de arena.

Los resultados de la presente investigación guardan relación con lo evaluado por (Manzaba, 2022 p. 21), mismo que evaluó variables de crecimiento inicial, obteniendo una media de 2,10 mm, en un tiempo de evaluación de 45 días; sometido al efecto de un sustrato a base de Tierra negra (30%), arena (30%) y (40%) materia orgánica. Corroborando lo dicho por (Jiménez, 1999 p. 5), quien menciona que esta especie se adapta a condiciones donde existe suficiente retención de agua y suelos no compactados con alto contenido de material orgánico. Además de saber que la temperatura media de 26 a 38 °C, contribuyó de manera directa al desarrollo de su diámetro así como su altura en referencia en estudios realizados en sitios cálidos (Manzaba, 2022 p. 21) .

En cuanto al porcentaje de supervivencia, desde el periodo de germinación hasta los 45 días de la última recolección de datos. 4 tratamientos (T4; T9; T10; T11) de los 12 evaluados no presentaron porcentajes de mortalidad a diferencia del testigo (T1) y el tratamiento 3; el porcentaje de supervivencia fue de 75 % y 66,70% respectivamente de plantas sobrevivientes. Estos resultados presentan superioridad a los obtenidos por el centro de adaptación de especies en Zamora

Chinchipe (Aguirre, et al., 2011 p. 126), el cual obtuvo una tasa de supervivencia de 60,36%; datos similares a los tratamientos con mayor tasa de mortalidad del presente estudio. Mismas que fueron sembradas en un suelo de tipo pedregoso y superficial; afirmando lo dicho por (Jiménez, 1999 p. 5), quien menciona que Caoba se desarrolla de mejor manera en suelos con alta capacidad de aireación.

Pues esto guarda relación con lo obtenido por (Acosta, et al., 2011 p. 13); quien utilizó un sustrato compuesto de polvillo de coco bajo un tratamiento estimulante a base de ácido giberélico; el cual logró obtener un 92 % de supervivencia en cuanto a Caoba cuya temperatura oscilaba los 30 °C en su época de siembra (Acosta, et al., 2011 p. 13).

En cuanto al análisis económico el tratamiento 11 compuesto por: semillas sumergidas en agua de coco por 24 horas, en sustrato a base de arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), obtuvo una tasa de retorno marginal de 500%; demostrando ser económicamente rentable para la producción de Caoba. Valor tentativo para muchos viveristas, ya que tuvo un valor de inversión de 11,92 dólares. Estos resultados guardan relación a los obtenidos por (Proaño, 2022 pág. 40), quien obtuvo una tasa marginal de retorno de 201,93 %; rentable en la germinación de *Erythrina sp.* Cuyas semillas fueron sembradas en un sustrato con la misma composición (tierra negra, cascarilla de arroz, abono orgánico y arena) de este presente trabajo.

## CONCLUSIONES

- Para la propagación de *Swietenia macrophylla* KING (Caoba), bajo condiciones adversas a su lugar de origen; se concluye que el sustrato compuesto arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), cuyas semillas fueron sumergidas en agua de coco por 24 horas, obtuvo un porcentaje germinativo de un 75%. Demostrando que la interacción A4B2 (tratamiento pregerminativo \* sustrato) perteneciente al (T11), brinda las condiciones y requerimientos nutricionales adecuados para su germinación y supervivencia. Aceptando la hipótesis alternativa; al menos uno de los tratamientos pregerminativos o sustratos tienen influencia en la emergencia y crecimiento inicial de *Swietenia macrophylla* KING.
- La interacción de factores (Sustratos\*tratamientos pregerminativos), compuesto de Arena de río (10%), Tierra negra (50%), Tamo de arroz (5%) y Abono orgánico (35%), cuyas semillas fueron remojadas en agua de coco por 24 horas. Demostraron eficacia en el desarrollo inicial de *Swietenia macrophylla* KING (Caoba), tanto para las variables; altura, diámetros altura del cuello (DAC) y número de hojas. Se obtuvieron resultados de 22,81 cm; 2,12 mm y 8 hojas por planta respectivamente. Concluyendo que esta especie prefiere suelos con alto contenido de materia orgánica, característica que cumple el tratamiento 11; aceptando la hipótesis alternativa pues el crecimiento inicial de esta especie se vio influenciado por los respectivos tratamientos. Razón por la cual Caoba muestra mejores indicadores de desarrollo en el presente estudio.
- En función al análisis económico bajo la metodología de presupuesto parcial de igual manera el tratamiento 11 compuesto arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%) cuyas semillas fueron sumergidas en agua de coco por 24 horas; se pudo concluir que este tratamiento es económicamente rentable ya que presentó una tasa de retorno marginal de 500 %. Lo que significa que supera a la tasa de retorno mínima aceptable del 100 %; pues por cada dólar invertido obtendrá una ganancia de 5,00 usd.

## RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones referentes al porcentaje de germinación entre el mejor tratamiento del presente estudio con distintos tratamientos no investigados con la finalidad de observar el comportamiento de esta especie condicionada a nivel de vivero bajo condiciones controladas.
- Continuar con estudios, donde implique establecer a Caoba (*Swietenia macrophylla* KING) bajo un marco de plantación cuyas plantas hayan sido propagados en sustratos compuesto de arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%); bajo un remojo en agua de coco por 24 horas; para observar su comportamiento con referencia a variables de crecimiento como: altura, diámetro y número de folíolos, cuyas condiciones climáticas no son idénticas a su lugar de procedencia.
- Determinar costo/beneficio en la propagación en Caoba (*Swietenia macrophylla* KING) comparando investigaciones bajo condiciones controladas y no controladas con el fin de conocer económicamente tratamientos más rentables para un viverista.
- A los viveristas se les recomienda producir especies condicionadas ya que existe la necesidad de preservarlas, las mismas que se encuentran amenazada por la tala ilegal, mediante el uso adecuado de sustratos adicional a ello con condiciones climatológicas adecuadas.
- Se recomienda a nivel de vivero producir plantas de *Swietenia macrophylla* KING, en sustratos a base de arena de río (10%), tierra negra (50%), tamo de arroz (5%) y abono orgánico (35%), con tratamientos pregerminativos rica en nutrientes.

## GLOSARIO

**Análisis de dominancia:** Parámetro utilizado para seleccionar los mejores tratamientos que, en términos de economía, ofrecen conocer a un productor que le brindara mayor rentabilidad como opción de manejo (Ávalos, et al., 2018 pp. 95-104).

**Foliolos:** Denominación realizada hacia las hojas; cuyos órganos de las plantas de característica aplanada, cuya función es la de realizar fotosíntesis por el contenido de cloroplastos existentes, mismos órganos responsables de controlar la transpiración en conjunto de un mecanismo de expulsión frente a exceso hídrico (Megías, et al., 2018 p. 3).

**Propagación vegetativa:** es un mecanismo asexual que poseen las plantas con el fin de garantizar la supervivencia de una especie vegetativa sin la necesidad de depender de la germinación de una semilla (Ambrona, 2015 p. 16).

**Sobrevivencia o Supervivencia:** Considerado como el rango de mortalidad en porcentaje, se encuentra basada en el número de plantas establecidas a germinar y el número de plantas vivas halladas en un tiempo prolongado de evaluación (Mendoza, et al., 2019 p. 331).

## BIBLIOGRAFÍA

**ACOSTA, L.; et al.** Germinación y crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King, Meliaceae) en condiciones de vivero. México : LACANDONIA, 2011, vol. 5, n° 1, pp. 13-20.

**AGROEQUIPOS DEL VALLE.** Los sustratos agrícolas y sus propiedades. [En línea] 2018. [Consulta: 26 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.agroequipos.com.mx/node/1687>.

**AGUIRRE Z. & LEÓN N.** *Sobrevivencia y crecimiento inicial de especies vegetales en el Survival and early growth of plants in the El Padmi Botanical Garden, Zamora, Chinchipe.* Loja - Ecuador, 2011. pp. 115 - 122.

**ALARCÓN, J.; ET AL.** *Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso.* 2020. pp. 5-20.

**ALTERNATIVA ECOLÓGICA.** Promoción de la agricultura ecológica en el ámbito urbano y rural. [En línea] 2017. [Consulta: 10 Enero 2023]. Disponible en: <http://ecosiembra.blogspot.com/2017/11/uso-de-arena-de-rio-para-el-cultivo-de.html>.

**AMBRONA C.** Definición y alcance de la reproducción de plantas cultivadas. Madrid, 2015.

**ANDRADE D.** *Análisis multitemporal de la cobertura de páramo en la producción de agua en la cuenca alta del río Apuela, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura.* Ibarra : Universidad Técnica del Norte, 2016.

**ANGÉLICA M.** Ovacen. *Páramo; Clima, flora, fauna y características.* [En línea] 2022. [Consulta: 02 Diciembre 2022]. Disponible en: <https://ecosistemas.ovacen.com/bioma/paramo/>.

**ARGOTI A.** *Identificación de microorganismos de sueo de páramo alto andino potencialmente electrogénicos para producir bioelectricidad [En línea] (Tesis de Pregrado).* Riobamba : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019.

**ARGUELLO S.** *Diversidad microbiana en relación a un gradiente altitudinal en el páramo del volcán Ilinizas [En línea] (Tesis de Pregrado).* Quito : Universidad Central del Ecuador, 2022.

**ARMIJOS A.** *Evaluación anatómica de 50 especies forestales en el sur del Ecuador.* [En línea] 2019. [Consulta: 20 Diciembre 2022.] Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22194/1/Andr%C3%A9s%20Roosevelt%20Armijos%20Monta%C3%B1o.pdf>.

**ARQHYS D.** Arqhys.com. [En línea] 2017. [Consulta: 02 Diciembre 2022.] Disponible en: [https://www.arqhys.com/decoracion/tipos\\_de\\_vegetacion.html](https://www.arqhys.com/decoracion/tipos_de_vegetacion.html).

**ARROYO M.** La maldición del Oro rojo del Ecuador. *Revista Vistazo.* [En Línea] MONGABAY, 09 30, 2018. [Consulta: 31 Enero 2023]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2018/09/cedro-ecuador-tala-ilegal-amazonia-bosques/>.

**ÁVALOS C. AND MONGE A.** Análisis económico: un estudio de caso en *Jatropha curcas L.* mediante la metodología de presupuestos parciales. Costa Rica, 2018, vol. 29, n° 1.

**BACUSOY J. & MACÍAS C.** Propagación In Vitro De Caoba (*Swietenia Macrophylla King* Meliaceae) Especie Forestal En Estado De Vulnerabilidad". Manabí, 2019.

**BANCOLDEX.** Importancia del flujo de caja en la estructuración de proyectos. 2016.

**BARRETO C.** *Evaluación de sobrevivencia e incremento de seis especies forestales maderables en plantaciones de la finca Eco forestal, San Juan del Sur, Rivas.* Managua - Nicaragua, 2015.

**BAUTISTA F.** Los costos son todos los valores monetarios utilizados en un periodo de tiempo para la. Ediciones Usta 2019.

**BELTRÁN K., et al.** Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística en Ecuador. [En Línea] 2009. [Consulta: 7 Diciembre 2022] Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/43576.pdf>.

**BRIOAGRO** Presión Atmosférica. [En línea] 18 de Mayo de 2020. [Consulta: 10 Enero 2023.] Disponible en: <https://brioagro.es/presion-atmosferica/#:~:text=Esta%20es%20fundamental%20para%20favorecer,existente%20a%20nivel%20del%20mar..>

**BUSINES M.** Costos: costos fijos, costos variables y volumen. 2020.

**CABRERA I.** *Estudio de la composición arbórea, fuente semillera y calidad de la semilla de caoba ((Swietenia macrophylla King.) y Santa María (Calophyllum) [En línea] (Tesis de Pregrado).* Guatemala, 2006.

**Camacho M.** *Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su consideración y aprovechamiento sostenible.* Quiro : Universidad Central del Ecuador, 2013.

**CAR.** *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: 15 Diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.car.gov.co/uploads/files/60d378f29c4ac.pdf>.

**CAROCA R.; et al.** Efecto de la temperatura sobre la germinación de cuatro genotipos de maní (Arachis hypogaea L.). [En Línea] 2016. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-38902016000200002#:~:text=La%20temperatura%20base%20es%20el,Finch%2DSavage%2C%202004\)..](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902016000200002#:~:text=La%20temperatura%20base%20es%20el,Finch%2DSavage%2C%202004)..)

**CARRANZA, M.; et al.** Propación Clonal in vitro de Swietenia macrophylla King (CAOBA). [En Línea] 2013. Disponible en: <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/133/147>.

**CARRILLO, G.; et al.** The breathing of the Andean highlands: Net ecosystem exchange and evapotranspiration over the páramo of southern Ecuador. [En Línea] 2019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168192318303526?via%3Dihub>.

**CHAMBA S.** Evaluación de diferentes sustratos para la producción de plantines de Caoba en la fase de vivero en el cantón Macabelfí. [En Línea] 2022. [Consulta: 02 08, 2023.] Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/18478>.

**Chuncho, C. & Chuncho G.** Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: una revisión. [En Línea] 2019. [Consulta: 17 diciembre 2022] Disponible en: [https://drive.google.com/file/d/1\\_m4ZobqzjfgTfv2S3CvB4AIjSh5IIPnS/view](https://drive.google.com/file/d/1_m4ZobqzjfgTfv2S3CvB4AIjSh5IIPnS/view).

**CODDICA.** Club de jardinería. [En Línea] 2018. [Consulta: 10 enero 2023.] Disponible en: <https://blog.homedepot.com.mx/club-jardineria/conoce-los-tipos-de-tierra-para-tu-jardin>.

**CRODA** Tratamiento de semillas. [En línea] 2021. [Consulta: 26 diciembre 2022.] Disponible en: <https://www.crodacropcare.com/es-mx/market-areas/seed-treatment#:~:text=El%20tratamiento%20de%20semillas%20es,la%20consolidaci%C3%B3n%20de%20cultivos%20saludables..>

**DE LA CRUZ R.; et al.** *Gente y Ambiente de Páramo: Realidades y Perspectivas en el Ecuador*. Quito : Abya Yala, 2009. ISBN: 978-9978-22-823-4.

**DEERE J.** *¿Qué es la Propagación Vegetativa?* [En línea] 2018. Disponible en: <https://www.gimtrac.com.mx/index.php/node/1354>.

**Departamento De Agricultura.** Biología de las semillas y de las plántulas. [En línea] 16 de Mayo de 2017. [Consulta: 10 Enero 2023]. Disponible en: <https://extension.psu.edu/biologia-de-las-semillas-y-de-las-plantulas>.

**EL COMERCIO** Ecosistema páramo. [En línea] 2021. [Consulta: 8 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.pressreader.com/ecuador/familiaebfz/20210516/281895891132932>.

**ESCUELA UNIVERSITARIA DE NEGOCIOS** *Propagación de Especies vegetales*. La Plata : Universidad Nacional de la Plata, 2019.

**FAO.** *Glosario de términos*. [En línea] 2020. [Consulta: 19 Diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/j5484s/j5484s12.htm#:~:text=Especie%20Forestal%3A%20Todo%20vegetal%20perenne,animales%2C%20en%20sus%20necesidades%20fundamentales..>

**FAO PESA CENTROAMÉRICA** *La regeneración natural en áreas de cultivo*. [En línea] 2021. [Consulta: 20 Diciembre 2022]. Disponible en: <https://teca.apps.fao.org/teca/es/technologies/7229>.

**FAO SUELOS.** Portal de Suelos de la FAO. [En línea] 2022. [Consulta: 02 Diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/es/>.

**FAO ORGANIGRAMA** *Propiedades Biológicas*. Roma., 2022.

**FERTIBOX.** Microorganismos, los grandes desconocidos de nuestro suelo. [En línea] 18 de 07 de 2019. [Consulta: 26 Noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.fertibox.net/single-post/microbiologia-agricola>.

**FERTILAB.** ¿Qué es el pH del suelo y para qué nos sirve? [En línea] 2017. [Consulta: 02 Diciembre 2022.] Disponible en: <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/NTF-19-024-Que-es-el-pH-del-suelo-y-para-que-nos-sirve.pdf>.

**FLORES N.** Caoba; Características, cultivo, usos, hábitat, amenazas | Árbol. [En Línea] 2014. [Consulta: 26 Enero 2023]. Disponible en: <https://www.flores.ninja/caoba/>.

**FRANCO N.** *Plan de manejo y Conservación de la caoba (Switenia macrophylla King) para la jurisdicción de la Corporación Autónoma de Cundinamarca Car.* Cundinamarca., 2019.

**García M.** La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. [En Línea] 2016. [Consulta: 22 Diciembre 2022] Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-04552016000200014](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552016000200014).

**García S. & Moreta D.** *Identificación y control de plagas y enfermedades en Polylepis RacemosaE en la zona de Tocado, Tanicuchi y Pastocalles.* [En Línea] 2019. [Consulta: 19 Diciembre 2022.] Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16695/1/UPS-ST003884.pdf>.

**GOBIERNO PROVINCIAL DE TUNGURAHUA** Páramos de Tisaleo. [En línea] 2022. Disponible en: <https://tungurahuatourismo.com/es-ec/tungurahua/tisaleo/manglares-humedales/paramos-tisaleo-awxt3fss4>.

**GONZALES F.** *Caracterización físico-química y microbiológica de suelos paramunos del P.N.N. Sumapaz sometidos al cultivo convencional orgánico de papa post-descanso de actividad agrícola [En línea] (Tesis de Pregrado).* Bogotá : Universidad Distrital Francisco José Caldas, 2016.

**GOÑAS M. & TRIUNFO S.** *Efecto de tipos y dosis de sustratos en la propagación sexual y asexual de mozgal (Cavendishia bracteata (Ruiz y Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold) bajo condiciones de vivero, en Pomacochas, provincia de Bongará, Amazonas.* [En Línea] 2018. [Consulta: 14 Diciembre 2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/351027312\\_Efecto\\_de\\_tipos\\_y\\_dosis\\_de\\_sustratos\\_en\\_la\\_propagacion\\_sexual\\_y\\_asexual\\_de\\_mozgal\\_Cavendishia\\_bracteata\\_Ruiz\\_y\\_Pav\\_ex\\_J\\_St-Hil\\_Hoerold\\_bajo\\_condiciones\\_de\\_vivero\\_en\\_Pomacochas\\_provincia\\_de\\_Bongara\\_Ama](https://www.researchgate.net/publication/351027312_Efecto_de_tipos_y_dosis_de_sustratos_en_la_propagacion_sexual_y_asexual_de_mozgal_Cavendishia_bracteata_Ruiz_y_Pav_ex_J_St-Hil_Hoerold_bajo_condiciones_de_vivero_en_Pomacochas_provincia_de_Bongara_Ama).

**GUERRA J.** *Reproducción de plantas.* [En línea] 2022. [Consulta: 19 Diciembre 2022.] Disponible en: <https://tuguiadeaprendizaje.co/taller-reproduccion-de-las-plantas/>.

**HAYGERT K. et al.** Enraizamiento y aclimatación de plantas de *Apuleia leiocarpa*. [En Línea] 2017. [Consulta: 27 Diciembre 2022]. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952017000800909&script=sci\\_arttext&tlng=es#:~:text=La%20aclimataci%C3%B3n%20es%20esencial%20para,modificar%20gradualmente%20y%20con%20precauci%C3%B3n..](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952017000800909&script=sci_arttext&tlng=es#:~:text=La%20aclimataci%C3%B3n%20es%20esencial%20para,modificar%20gradualmente%20y%20con%20precauci%C3%B3n..)

**HERRERA H.** *Páramos, agua y vida.* Colombia : AIDA, 2013.

**IIAP.** Evaluación económica de plantaciones de caoba, *Swietenia macrophylla*, en el departamento de San Martín. *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.* [En Línea] 2009.

**INAB.** *Paquete Tecnológico Forestal para Caoba de Petén Swietenia macrophylla King.* Guatemala : Departamento de Investigación Foresta, 2019. pp. 16-17.

**INATEC.** *Introducción a las ciencias agropecuarias.* [En línea] 2018. [Consulta: 20 Diciembre 2022]. Disponible en: [https://www.tecnacional.edu.ni/media/INTRODUCCION\\_A\\_LAS\\_CIENCIAS\\_AGROPECUARIAS.pdf](https://www.tecnacional.edu.ni/media/INTRODUCCION_A_LAS_CIENCIAS_AGROPECUARIAS.pdf).

**INATEC.** *Manual del protagonista; Viveros y Semilleros.* 2016.

**INCOTEC.** *Preparación de las semillas.* [En Línea] 2022. [Consulta: 19 Diciembre 2022.]. Disponible en: <https://www.incotec.com/es-mx/seed-technologies/seed-priming#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20pre%2Dgerminaci%C3%B3n,se%20vuelve%20a%20secar%20cuidadosamente..>

**INFOAGRO.** InfoAgro Todo sobre agricultura. [En línea] 2017. [Consulta: 10 Enero 2023.] Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/caracteristicas-del-sustrato-ideal/>.

**INHAMI. 2019.** Memoria Técnica Guano. [En Línea] 2019. Disponible en: [pp.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA3/NIVEL\\_DEL\\_PDOT\\_CANTONAL/CHIMBORAZO/GUANO/IEE/MEMORIAS\\_TECNICAS/mt\\_guano\\_clima\\_e\\_hidrologia.pdf](http://pp.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA3/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/CHIMBORAZO/GUANO/IEE/MEMORIAS_TECNICAS/mt_guano_clima_e_hidrologia.pdf).

**INTAGRI.** Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas. [En línea] 2017. [Consulta: 2 Diciembre 2022.]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>. 29.

**JICA.** Guía Técnica de Vivero Forestal. [En Línea]. 2014. [Consulta: 28 Enero 2023.]

**JIMENEZ P.** *Viveros Fqrestales Para Produccion De Planta A Pie De Repoblación*. España, 2002.

**JIMÉNEZ S.** Diagnóstico de la caob, (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica. Montes de Oca, Costa Rica, 1999.

**LLAMBÍ L.; et al.** Ecología, hidrlogía y suelos de páramos. *PROYECTO PÁRAMO ANDINO*. Quito : 9789942115492, 2012.

**LÓPEZ J.; et al.** *Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas*. México, 2016.

**MACÍAS E.** *Adaptación de cuatro procedencias de Swietenia macrophylla King (Caoba) en el cantón Jipijapa, fase vivero*. Jipijapa, 2019.

**MACUSAYA S.** Determinación Del Efecto De Sustratos Y Tratamientos De Sustratos Y Tratamientos Pre - Germinativos En Mara (*Swietenia Macrophylla* King) Y Serebo (*Schizolobium Sp*) En El Municipio De San Buenaventura, La Paz. La Paz, Bolivia, 2012.

**MAE. 2017.** Acuerdo Ministerial 090. *Ambiente.gob.ec*. [En Línea] 2017. [Consulta:30 Enero 2023]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/03/ACUERDO-90-VEDA-CAOBA.pdf>.

**MAIZTEGUI B.** *Arquitectura para plantas: Invernaderos y espacios de cultivo en Latinoamérica*. [En línea] 2020. [Consulta: 20 Diciembre 2022.] Disponible en: <https://www.archdaily.cl/cl/941741/arquitectura-para-plantas-invernaderos-y-espacios-de-cultivo-en-latinoamerica>.

**MANZABA B.** *Efecto de dos tipos de sustratos sobre el crecimiento inicial en vivero de las especies *Ochroma pyramidale* y *Swietenia macrophylla**. [En Línea] 2022. [Consulta: 19

Diciembre 2022.] Disponible en:  
[http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3697/1/Tesis\\_Bryan%20Manzaba.pdf](http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3697/1/Tesis_Bryan%20Manzaba.pdf).

**MANZABA B.** Efecto de dos tipos de sustratos sobre el crecimiento inicial en vivero de las especies *Ochroma pyramidale* y *Swietenia macrophylla*. Manabí, Ecuador, 2022. p. 49.

**Mayoral S. & Reyes D.** Qué son los microorganismos. [En Línea] 2018. [Consulta: 5 diciembre 2022.]. Disponible en: <https://conogasi.org/articulos/que-son-los-microorganismos/>.

**MEGÍAS M. & POMBAL M.** Organos vegetales, hojas. 2018.

**MENDOZA Z.; ET AL.** Supervivencia, mortalidad y crecimiento de tres especies forestales plantadas en matorral andino en el sur del Ecuador. Loja : Cubana de Ciencias Forestales, Octubre 2019, vol. 7, n° 3.

**MENGE, K. & KIRKBY E.** *Principios de Principios de Nutrición Vegetal*. Suiza, 2015.

**MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN** *Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas*. Madrid., 2010.

**MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA Y TURISMO DE COLOMBIA.** *¿Qué son las medidas Fitosanitarias?* [En línea] 2020. [Consulta: 19 Diciembre 2022.] Disponible en: <https://www.hannacolombia.com/blog/post/51/que-son-las-medidas-fitosanitarias>.

**MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR.** *Especies forestales leñosas arbóreas y*. [En línea] 2015. [Consulta: 15 de Diciembre de 2022.] Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>.

**MINISTERIO DEL AMBIENTE.** Reserva de producción de fauna Chimborazo. [En línea] 2022. [Consulta: 8 diciembre 2022.]. Disponible en: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-de-produccion-de-fauna-chimborazo>.

**MONTOYA M.** *Efectos de la aplicación de estimadores pregerminativos y diferentes tipos de sustratos, en la germinación de semillas Gmelina arborea en la etapa de vivero [En línea] (Tesis de pregrado)*. Quevedo, 2021.

**MOROCHO C. AND GUILLERMO M.** Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión. [En Línea] 2019. ISSN: 2528-7818 1390 - 3683.

**MUÑOZ G.; ET AL.** *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal Penipe*. GAD Municipio Penipe. Penipe, 2014.

**NIVEL I.** *Evaluación de cuatro sustratos y dos tratamientos pre-germinativos para la reproducción sexual de Jacaranda mimosifolia (Jacaranda) en el vivero de la ESPOCH*. [En Línea] 2020. [Consulta: 15 Diciembre 2022.] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15806/1/33T00251.pdf>.

**NOGALES M.** *Labores culturales, Guía para mantener un huerto orgánico y saludable*. Bolivia : Wokideas, 2015.

**OSUNA H.; et al.** *Manual de la propagación de plantas superiores*. [En Línea] 2016. [Consulta: 15 Diciembre 2022]. Disponible en: [https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual\\_plantas.pdf](https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/manual_plantas.pdf).

**PASCAL P.** Los Suelos De Las Altas Tierras Andinas: Los Paramos Del Ecuador. *Instituto Francés de Investigación científica para el desarrollo en cooperación*. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo , 2014.

**PATIÑO C. et al.** Efecto inductor del agua de coco sobre la germinación de las semillas y brotamiento de los cormos de la hierba equis. [En Línea] 2011. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319027887010.pdf>.

**PERRIN R.; et al.** *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; Un manual metodológico de evaluación económica*. México : CIMMYT, 1983. pp. 1-61. Vol. 27.

**PINOS D.; et al.** Suelos de páramo: Análisis de percepciones de los servicios ecosistémicos y valoración económica del contenido de carbono en la sierra sureste del Ecuador. [En Línea] 2021. e-ISSN: 2215-3896..

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA.** *El suelo: un universo invisible*. [En línea] 2017. [Consulta: 2 Diciembre 2022.] Disponible en: <https://yold.unlp.edu.ar/frontend/media/98/27598/3f23fc987dbbda82587753c9796000a.pdf>.

**PROAÑO I.** *Evaluación De Tres Tipos De Sustratos Y Tres Tratamientos Pre-Germinativos Para La Propagación Sexual De Erythrina Sp. (Porotón).* Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba-Chimborazo, 2022. pág. 42.

**PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE.** *Importancia de los Ecosistemas Forestales; Especies de los Bosques y Selvas.* [En línea] 2020. [Consulta: 15 Diciembre 2022.]. Disponible en: <https://www.gob.mx/profepa/articulos/importancia-de-los-ecosistemas-forestales-especies-de-los-bosques-y-selvas?idiom=es#:~:text=La%20importancia%20de%20los%20bosques&text=Mantienen%20la%20provisi%C3%B3n%20de%20agua%20en%20calidad%20y%20cantidad.&text=Gen>.

**QUIROZ I. et al.** *Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta.* Chile, 2015.

**RAMÍRES R.** *Propiedades Físicas, Químicas Y Biológicas Del Suelo.* Santa Fé de Bogotá, 1997.

**RAMIREZ E.** *Crecimiento y sobrevivencia de plántulas de "caoba" Swietenia macrophylla en diferentes sustratos, vivero forestal de Quistococha - GOREL, Loreto, Perú.* Quistococha, Loreto, Peru, 2013.

**REVERTE D.; et al.** *Introducción a la Estadística.* [En Línea] 02 05, 2013. [Consulta: 8 Febrero 2023.]. Disponible en: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/26617/1/Tema1.pdf>.

**RIVERA D. & RODRÍGUEZ C.** *Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia.* Bogotá : Alianza Ediprint, 2010.

**ROJAS N.** *Agronegocios Perú.* [En Línea] 08 17, 2020. [Consulta: 10 enero 2023] Disponible en: <https://agronegociosperu.org/2020/08/17/los-beneficios-de-la-cascarilla-de-arroz-para-cultivo-del-arandano/>.

**ROMERO F. et al.** *Hacia un manejo adaptativo de la reserva de producción de fauna Chimborazo y su zona de amortiguamiento.* Quito : GIZ, 2018.

**SANTANA Z.** *Microorganismos aerotransportados en el Océano Atlántico.* 2019.

**SARABIA J.** *Producción de plántulas de caoba (Swietenia macrophylla King) inoculadas con suelo rizosférico nativo de selva mediana en el Sur de Quintana Roo.* 2016.

**SERRANO P.** Programa para el desarrollo de las Naciones Unidas. *Cómo Ecuador protege los bosques en la Amazonía*. [En línea] 2022. [Consulta: 06 enero 2022.] Disponible en: <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/como-ecuador-protege-los-bosques-en-la-amazonia>.

**SOLANO K.** *Tratamientos pregerminativos en semillas de "Lagenaria siceraria (Molina) Standl"*. [En línea] 2020. [Consulta: 19 Diciembre 2022.] Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5819/1/UPSE-TIA-2021-0021.pdf>.

**SORGATO V.** Mongabay. *Ecuador: tala ilegal amenaza la veda de caoba decretada por el gobierno*. [En Línea] 2017. [Consulta: 01 Junio 2023]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2017/11/ecuador-tala-ilegal-amenaza-la-veda-caoba-decretada-gobierno/#:~:text=El%20principal%20enemigo%20de%20esta,la%20especie%20pr%C3%A1cticamente%20ha%20desaparecido.>

**TENORIO E.** *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*. Riobamba - Chimborazo : s.n., 2018. p. 88, Tesis.

**TIPOS C** Tipos de vegetación. [En línea] 2014. [Consulta: 2 Diciembre 2022.] Disponible en: <https://www.tipos.co/tipos-de-vegetacion/>.

**TORRES A.** *Sistemas de Cultivo en Ambiente Controlado*. [En línea] 2018. [Consulta: 16 de Diciembre 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/430769045/Sistemas-de-cultivo-en-ambiente-controlado>.

**TORTOSA G.** Compostando ciencia. [En línea] 22 de Agosto de 2014. [Consulta: 10 Enero 2023]. Disponible en: <http://www.compostandociencia.com/2014/08/uso-estiercol-como-fertilizante/#:~:text=El%20esti%C3%A9rcol%20es%20el%20fertilizante,nutrientes%20de%20los%20suelos%20agr%C3%ADcolas.>

**VERDE M.** "Influencia De Dos Sustratos Y Tres Tamaños De Semilla En La Germinación Y Crecimiento Inicial De La Caoba (Swietenia Mactophylla King.) En Tingo Maria" TESIS. Huanuco, Perú : s.n., 2014. p. 96.

**VILLACRES J.** *Efectos de dos tratamientos pregerminativos con dos sustratos en la propagación sexual de Parkia multijuga (Guarango) en el vivero de Corposucumbíos*. [En Línea]

2021. [Consulta: 15 Diciembre 2022] Disponible en:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15950/1/33T00331.pdf>.

**WLLIAMS A.** *Estadística para la administración y economía*. Cengage Learning. México : Thomson/Southwestern, 2008. p. 1091.

**YVANOSKY J.** Lifereder. *Swietenia macrophylla: características, hábitat, usos, cultivo*. [En línea] 18 de Diciembre de 2020. [Consulta: 9 Enero 2023.] Disponible en: <https://www.lifereder.com/swietenia-macrophylla/>.

**ZANOTTI C. ET AL.** *Biodiversidad de la flora vascular de la provincia de Misiones, Región Paranaense Argentina*. s.l. : Darwiniana, nueva serie 8.1, 2020.

  
Ing. Carlos Castillo



## ANEXOS

### ANEXO A: PRUEBA DE NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS) A LOS 35 DÍAS DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.

Shapiro-Wilks (*modificado)					
Variables	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Rduo. Transformación De Bliss.	48	0	12,64	0,96	0,3038

### ANEXO B: ANOVA DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 15 DÍAS.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Transf. de Bliss	48	0,45	0,21	37,79	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	7137,53	14	509,82	1,9	0,0647
Bloques	477,71	3	159,24	0,59	0,6243
Sustratos	294,34	3	98,11	0,37	0,7786
Trat. germinativos	3130,46	2	1565,23	5,83	0,0068
Sustrato*Trat. pregerminativos	3235,03	6	539,17	2,01	0,0529
Error	8867,25	33	268,7		
Total	16004,78	47			

### ANEXO C: PRUEBA DE NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS), VARIABLE ALTURA A LOS 15 DÍAS.

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LN_Altura (cm)	46	0	0,1	0,97	0,6314

### ANEXO D: ANOVA DE LA VARIABLE ALTURA A LOS 15 DIAS DE LA ESPECIE.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
ALTURA (cm)	48	0,2	0	25,8 %	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15,31	14	1,09	0,58	0,8605
Bloques	5,84	3	1,95	1,03	0,3906
Sustratos	1,71	3	0,57	0,3	0,8237
Trat. Pregerminativos	0,32	2	0,16	0,09	0,9181
Sustratos*Trat. Pregerminativos	7,44	6	1,24	0,66	0,6829
Error	62,12	33	1,88		
Total	77,42	47			

**ANEXO E:  
PRUEBA DE**

NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS), VARIABLE DAC A LOS 15 DÍAS.

Shapiro-Wilks					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO DAC (mm)	48	0	0,38	0,94	0,1118

**ANEXO F:** ANOVA DE LA VARIABLE DIÁMETRO A LOS 15 DIAS DE LA ESPECIE.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
DAC (mm)	48	0,27	0	28,31%	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,29	14	0,16	0,89	0,5775
Bloques	0,7	3	0,23	1,27	0,2994
Sustratos	0,31	3	0,1	0,56	0,646
Tratamientos Germinativos	0,17	2	0,09	0,47	0,6277
Sustratos*Tratamientos Pregerminativos	1,1	6	0,18	1	0,4419
Error	6,06	33	0,18		
Total	8,35	47			

**ANEXO G:** PRUEBA DE NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS), NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 15 DÍAS.

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LN_Número de hojas	46	0	0,14	0,98	0,8947

**ANEXO H: ANOVA DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 15 DIAS DE LA ESPECIE.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Numero De Hojas	48	0,27	0	27,06 %	
Cuadro De Análisis De La Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	Sc	Gl	Cm	F	P-Valor
Modelo	13,79	14	0,99	0,89	0,5799
Bloques	4,06	3	1,35	1,22	0,3186
Sustratos	1,73	3	0,58	0,52	0,6725
Trat. Pregerminativos	2,04	2	1,02	0,92	0,4092
Sustratos*Trat. Pregerminativos	5,96	6	0,99	0,89	0,5112
Error	36,69	33	1,11		
Total	50,48	47			

**ANEXO I: PRUEBA DE NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS), VARIABLE ALTURA A LOS 30 DÍAS.**

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LN_Altura (cm)	46	0	0,09	0,97	0,6453

**ANEXO J: ANOVA DE LA VARIABLE ALTURA A LOS 30 DÍAS DE LA ESPECIE**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Altura (cm)	48	0,34	0,06	23,3 %	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51,7	14	3,69	1,23	0,2997
Bloques	4,24	3	1,41	0,47	0,7041

Sustratos	9,9	3	3,3	1,1	0,3622
Trat. Pregerminativos	9,12	2	4,56	1,52	0,2331
Sustratos*Trat. Pregerminativos.	28,43	6	4,74	1,58	0,1837
Error	98,87	33	3		
Total	150,57	47			

**ANEXO K: ANOVA DE LA VARIABLE ALTURA A LOS 45 DÍAS DE LA ESPECIE**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
ALTURA cm	48	0,6	0,44	22,62%	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	243,48	14	17,39	3,59	0,0012
Sustratos	80,36	3	26,79	5,53	0,0034
Trat. pregerminativos	79,83	2	39,91	8,24	0,0012
Bloques	3,91	3	1,3	0,27	0,8473
Sustratos*Trat. Pregerminativos	79,38	6	13,23	2,73	0,0288
Error	159,78	33	4,84		
Total	403,26	47			

**ANEXO L: PRUEBA DE NORMALIDAD; (SHAPIRO-WILKS), DIÁMETRO (DAC) A LOS 30 DÍAS.**

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	N	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LN_DAC (mm) 30 días	46	0	0,09	0,95	0,25

**ANEXO M: ANOVA; DIÁMETRO (DAC) A LOS 30 DÍAS DE LA ESPECIE**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
DAC (mm) 30 días	48	0,3	4,10E-03	23,34 %	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,7	14	0,12	1,01	0,464
Bloques	0,24	3	0,08	0,68	0,571
Sustratos	0,37	3	0,12	1,04	0,387
Trat. Pregerminativos	0,16	2	0,08	0,65	0,529
Sustratos*Trat. pregerminativos	0,93	6	0,15	1,29	0,289
Error	3,95	33	0,12		
Total	5,66	47			

**ANEXO N: PRUEBA DE SHAPIRO-WILKS, DEL DIÁMETRO (DAC) A LOS 45 DÍAS.**

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LN_DAC (mm) 45 días	46	0	0,09	0,98	0,941

**ANEXO O:**

PRUEBAS DE NORMALIDAD SHAPIRO Y LEVENE DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 30 DÍAS.

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO numero de hojas	48	0	0,71	0,85	<0,0001
Prueba de Levene					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
RABS número de hojas	48	0,67	0,52	83,43	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor

Modelo	9,23	14	0,66	4,7	0,0001
Bloques	1,35	3	0,45	3,2	0,0358
Sustratos	3,86	3	1,29	9,19	0,0001
Trat. pregerminativos	0,68	2	0,34	2,44	0,1028
Sustratos*Trat. pregerminativos	3,33	6	0,56	3,96	0,0043
Error	4,63	33	0,14		
Total	13,85	47			

**ANEXO P: PRUEBAS DE NORMALIDAD SHAPIRO Y LEVENE DEL NÚMERO DE FOLIOLOS A LOS 45 DÍAS.**

<b>Shapiro-Wilks (modificado)</b>					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO número de hojas	48	0	1,15	0,8	<0,0001
<b>Prueba de Levene</b>					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Rabs Numero De Hojas	48	0,63	0,47	100,61	
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,51	14	1,82	3,98	0,0005
Bloques	1,89	3	0,63	1,37	0,2682
Sustratos	4,22	3	1,41	3,07	0,0414
Trat. pregerminativos	3,04	2	1,52	3,32	0,0486
Sustratos*Trat. pregerminativos	16,37	6	2,73	5,96	0,0003
Error	15,12	33	0,46		
Total	40,63	47			

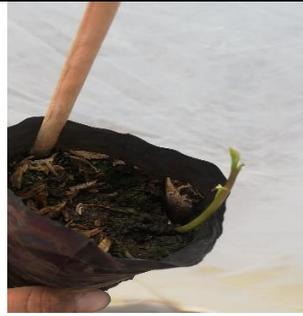
**ANEXO Q: COMPARACIÓN DE MEDIAS AL 0,05 % DEL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA A LOS 45 DÍAS.**

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=60,63325	
Error: 596,4472 gl: 33	

Interacción	sustratos*trat.	% supervivencia	n	Rango
Pregerminativos				
T4 (A2B1)		100 %	4	A
T9 (A3B3)		100%	4	A
T10 (A4B1)		100%	4	A
T11 (A4B2)		100%	4	A
T12 (A4B3)		88,89%	4	A
T5 (A2B2)		87,50%	4	A
T2 (A1B2)		85,71%	4	A
T6 (A2B3)		85,71%	4	A
T7 (A3B1)		80%	4	A
T8 (A3B2)		80%	4	A
T1 Testigo(A1B1)		75%	4	A
T3 (A1B3)		66,67%	4	A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )				

#### ANEXO R: ACTIVIDADES DE CAMPO





Fase de Germinación de Caoba (Evaluación % de germinación)



Toma de datos (Altura; DAC Y Conteo de Foliolos)



**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega: 26 / 06 / 2023**

<b>INFORMACIÓN DEL AUTORA</b>
<b>Nombres – Apellidos: JANETH BÉLGICA LOJA GUAMÁN</b>
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad: RECURSOS NATURALES</b>
<b>Carrera: INGENIERÍA FORESTAL</b>
<b>Título a optar: INGENIERA FORESTAL</b>
<b>f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz</b>

Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



0969-DBRA-UTP-2023