



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

**EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PRE-  
GERMINATIVOS DE *Magnolia pastazaensis* (Jaramillo y Buenaño),  
CON TRES TIPOS DE SUSTRATOS A NIVEL DE CAMPO EN  
ORELLANA, LORETO.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:**

**BRENDA MAGDALENA AGUILAR ZÚÑIGA**

Riobamba – Ecuador

2024



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

**EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PRE-  
GERMINATIVOS DE *Magnolia pastazaensis* (Jaramillo y Buenaño),  
CON TRES TIPOS DE SUSTRATOS A NIVEL DE CAMPO EN  
ORELLANA, LORETO.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA:** BRENDA MAGDALENA AGUILAR ZÚÑIGA

**DIRECTOR:** ING. EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, **Brenda Magdalena Aguilar Zúñiga**

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

Yo, Brenda Magdalena Aguilar Zúñiga, 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, 06 de Junio de 2024

A handwritten signature in blue ink that reads "Brenda H28 Aguilar Zúñiga". The signature is written in a cursive style with some stylized letters.

**Brenda Magdalena Aguilar Zúñiga**  
**220015534-5**

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUAR TRES TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS DE *Magnolia pastazaensis* (Jaramillo y Buenaño), CON TRES TIPOS DE SUSTRATOS A NIVEL DE CAMPO EN LA PROVINCIA DE ORELLANA, CANTÓN LORETO**, realizado por la señorita: **BRENDA MAGDALENA AGUILAR ZÚÑIGA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Miguel Angel Guallpa Calva MSc.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



2024-06-06

Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda M.Sc.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-06-06

Ing. Carlos Francisco Carpio Coba M.Sc.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2024-06-06

## **DEDICATORIA**

Principalmente a Dios, quien ha sido mi mayor apoyo a lo largo de este proceso, brindándome fuerzas en cada paso y guiándome hacia el logro de esta importante meta. Expreso mi profundo agradecimiento a mis padres, Mercy Zúñiga y Jimmy Aguilar, cuyo incansable esfuerzo y amor incondicional me permitieron superar obstáculos y alcanzar mis objetivos. Sus sabios consejos fueron fundamentales para no rendirme, y no tengo suficientes palabras para expresar la gratitud que siento en mi corazón por la confianza y el apoyo que me han brindado a lo largo de estos años. Este logro lleva consigo la contribución invaluable de cada uno de ustedes.

Brenda

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento, primero a Dios y a mis padres, Mercy Zúñiga y Jimmy Aguilar, quienes han brindado su amor incondicional y han sido guías fundamentales en la formación de mis valores, permitiéndome alcanzar tanto metas personales como académicas. Ellos han sido mis pilares esenciales, motivándome a perseguir mis objetivos y a no rendirme frente a las dificultades. Reconozco el esfuerzo que han realizado para impulsarme hacia el logro de ser una profesional destacada. A mi mejor amigo Israel, le agradezco su papel fundamental en mi vida, siempre ofreciendo su amor y amistad incondicional. Quiero expresar mi gratitud a mi prima Carla, quien ha sido un apoyo constante, brindándome consejos, amor incondicional y actuando como una hermana. Sus palabras alentadoras y su creencia en que puedo lograr cualquier cosa han sido determinantes en mi camino. Agradezco profundamente a mi director, el Ingeniero Eduardo Patricio Salazar, por su dedicación y paciencia, sus palabras y correcciones precisas fueron indispensables para llegar a esta etapa tan anhelada. También, agradezco a mi asesor, el Ingeniero Carlos Carpio, por su guía y valiosos consejos, que llevaré siempre en mi memoria en mi futuro profesional. Mis amigos Johnny y Wilmer han sido parte esencial de este proceso, brindándome apoyo en los conocimientos fundamentales de mi trabajo de Integración Curricular, compartiendo sus conocimientos y contribuyendo significativamente a mi investigación. Agradezco a los numerosos docentes que han formado parte de mi trayecto universitario, transmitiéndome los conocimientos necesarios para llegar hasta aquí. Un agradecimiento especial a mis compañeros, especialmente a mis dos mejores amigas, Katherin y Joselyn, quienes han estado siempre a mi lado, compartiendo momentos buenos y malos, colaborando en trabajos conjuntos y viviendo historias inolvidables durante este tiempo compartido.

Brenda

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY .....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Objetivos .....	3
1.2.1 <i>Objetivo general</i> .....	3
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	4
1.3 Justificación .....	4
1.4 Hipótesis.....	5
1.4.1 <i>Hipótesis nula</i> .....	5
1.4.2 <i>Hipótesis alternativa</i> .....	5

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1 Magnoliaceae en el mundo .....	6
2.2 Magnoliaceae en el Ecuador.....	7
2.3 <i>Magnolia pastazaensis</i> .....	7
2.3.1 <i>Descripción botánica</i> .....	7
2.3.2 <i>Afinidades</i> .....	8
2.3.3 <i>Descripción</i> .....	8
2.3.4 <i>Distribución y ecología</i> .....	8
2.3.5 <i>Distribución y hábitat potencial</i> .....	9
2.3.6 <i>Fenología</i> .....	9
2.3.7 <i>Eponimia y etnobotánica</i> .....	9
2.4 Propagación .....	9



2.4.1	<i>Propagación sexual</i> .....	9
2.4.2	<i>Propagación asexual</i> .....	10
2.5	<b>Semilla</b> .....	10
2.5.1	<i>Importancia de las semillas</i> .....	11
2.5.2	<i>Calidad de las semillas</i> .....	11
2.5.3	<i>Almacenamiento de las semillas</i> .....	12
2.5.4	<i>Germinación de la semilla</i> .....	12
2.5.5	<i>Característica de las semillas</i> .....	12
2.5.5.1	<i>Latencia</i> .....	12
2.5.5.2	<i>Dormición</i> .....	13
2.5.5.3	<i>Latencia interna</i> .....	13
2.5.5.4	<i>Procedencia</i> .....	13
2.6	<b>Tratamientos pre-germinativos</b> .....	13
2.6.1	<i>Estratificación</i> .....	14
2.6.2	<i>Lixiviación</i> .....	14
2.6.3	<i>Iluminación</i> .....	14
2.6.4	<i>Escarificación</i> .....	14
2.6.4.1	<i>Mecánica</i> .....	14
2.6.4.2	<i>Química</i> .....	14
2.6.5	<i>Inmersión en agua destilada</i> .....	15
2.6.6	<i>Semillas secadas al sol</i> .....	15
2.6.7	<i>Inmersión en agua al ambiente</i> .....	15
2.6.8	<i>Inmersión en agua de coco</i> .....	15
2.6.9	<i>Hormonas y otros estimulantes químicos</i> .....	16
2.6.10	<i>Flotación</i> .....	16
2.6.11	<i>Importancia de los tratamientos pre germinativos</i> .....	16
2.7	<b>Vivero</b> .....	16
2.7.1	<i>Superficie útil</i> .....	17
2.7.2	<i>Superficie no cultivada</i> .....	17
2.7.3	<i>Definición de vivero forestal</i> .....	17
2.7.4	<i>Clasificación de los viveros por su duración y producción</i> .....	17
2.7.4.1	<i>Viveros permanentes</i> .....	17
2.7.4.2	<i>Viveros temporales o volantes</i> .....	17
2.8	<b>Sustratos</b> .....	18
2.8.1	<i>Propiedades físicas de los sustratos</i> .....	18

2.8.1.1	<i>Porosidad</i> .....	18
2.8.1.2	<i>Densidad real</i> .....	19
2.8.1.3	<i>Densidad aparente</i> .....	19
2.8.1.4	<i>Conductividad hidráulica</i> .....	19
<b>2.8.2</b>	<b><i>Propiedades químicas de los sustratos</i></b> .....	<b>19</b>
<b>2.8.3</b>	<b><i>Clasificación de los sustratos</i></b> .....	<b>20</b>
2.8.3.1	<i>Según sus propiedades</i> .....	20
2.8.3.2	<i>Según el origen de los materiales</i> .....	21
<b>2.8.4</b>	<b><i>Sustrato ideal</i></b> .....	<b>21</b>
<b>2.8.5</b>	<b><i>Componentes del sustrato utilizado</i></b> .....	<b>22</b>
2.8.5.1	<i>Sustrato universal</i> .....	22
2.8.5.2	<i>Tierra negra</i> .....	22
2.8.5.3	<i>Turba</i> .....	22
2.8.5.4	<i>Tierra agrícola</i> .....	23
<b>2.9</b>	<b><i>Variables dasométricas</i></b> .....	<b>23</b>
<b>2.10</b>	<b><i>Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)</i></b> .....	<b>23</b>
<b>2.11</b>	<b><i>Pruebas Paramétricas y no Paramétricas</i></b> .....	<b>24</b>
2.11.1	<i>Condiciones de parametricidad</i> .....	24
2.11.1.1	<i>Variable numérica</i> .....	25
2.11.1.2	<i>Normalidad</i> .....	25
2.11.1.3	<i>Homocedasticidad (homogeneidad de varianzas)</i> .....	25
2.11.2	<i>Tipos de pruebas paramétricas</i> .....	25
2.11.2.1	<i>Prueba ANOVA</i> .....	25
2.11.2.2	<i>Prueba de Tukey</i> .....	26
2.11.3	<i>Tipos de pruebas no paramétricas</i> .....	26
2.11.3.1	<i>Prueba de Friedman</i> .....	26
2.11.3.2	<i>Porcentaje de germinación</i> .....	26
2.11.3.3	<i>Regeneración natural</i> .....	27

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>Enfoque de investigación</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2</b>	<b>Nivel de investigación</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2.1</b>	<b><i>Alcance de la investigación</i></b> .....	<b>28</b>
<b>3.3</b>	<b>Diseño de la Investigación</b> .....	<b>29</b>

3.3.1	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo</i> .....	29
3.3.2	<i>Tipo de estudio</i> .....	29
3.4	<b>Materiales y métodos</b> .....	30
3.4.1	<b>Características del lugar</b> .....	30
3.4.1.1	<i>Localización del área de estudio</i> .....	30
3.4.1.2	<i>Ubicación geográfica</i> .....	30
3.4.1.3	<i>Superficie y Límites</i> .....	31
3.4.1.4	<i>Clasificación ecológica</i> .....	31
3.5	<b>Materiales y equipos</b> .....	31
3.5.1	<b>Material biológico</b> .....	31
3.5.2	<b>Materiales de campo</b> .....	31
3.5.3	<b>Sustratos</b> .....	32
3.5.4	<b>Equipos de campo</b> .....	32
3.5.5	<b>Material y equipo de oficina</b> .....	32
3.6	<b>Metodología</b> .....	32
3.6.1	<b>Variables en estudio</b> .....	32
3.6.2	<b>Para el cumplimiento del primer objetivo: Calcular el índice de germinación por tratamiento pre germinativo de la especie identificada.</b> .....	33
3.6.2.1	<i>Elaboración del vivero</i> .....	33
3.6.2.2	<i>Construcción del vivero temporal.</i> .....	33
3.6.2.3	<i>Obtención del material</i> .....	34
3.6.2.4	<i>Peso seco del material (semillas)</i> .....	34
3.6.2.5	<i>Porcentaje de humedad del material (semillas)</i> .....	34
3.6.2.6	<i>Selección de las semillas</i> .....	35
3.6.2.7	<i>Clasificación de las semillas</i> .....	36
3.6.2.8	<i>Preparación de los tratamientos pre germinativos</i> .....	36
3.6.2.9	<i>Aplicación de los tratamientos pre germinativos</i> .....	37
3.6.2.10	<i>Porcentaje de germinación</i> .....	37
3.6.3	<b>Factores en estudio</b> .....	37
3.6.4	<b>Tratamientos en estudio</b> .....	38
3.6.5	<b>Para el cumplimiento del segundo objetivo: Identificar el mejor tipo de sustrato con diferentes tipos de tratamientos pre germinativos para la germinación de <i>Magnolia pastazaensis</i>.</b> .....	39

3.6.5.1	<i>Preparación de los sustratos y llenados de cajones</i> .....	39
3.6.5.2	<i>Aplicación del diseño experimental y siembra</i> .....	40
3.6.5.3	<i>Riego</i> .....	42
3.6.5.4	<i>Deshierbes</i> .....	42
3.6.6	<b><i>Para el cumplimiento del tercer objetivo: Evaluar las variables dasométricas de la especie identificada, cada 15 días después de su germinación.</i></b> .....	42
3.6.6.1	<i>Toma de datos</i> .....	42
3.6.6.2	<i>Tiempo de emergencia</i> .....	42
3.6.6.3	<i>Registro del DAC de la plántula a los 2 y 4 meses</i> .....	42
3.6.6.4	<i>Registro de la variable número de hoja de las plántulas a los 2 y 4 meses.</i> .....	43
3.6.7	<b><i>Diseño experimental</i></b> .....	43
3.6.7.1	<i>Unidad experimental</i> .....	44
3.6.7.2	<i>Croquis del diseño experimental</i> .....	44
3.6.8	<b><i>Análisis funcional</i></b> .....	46
3.7	<b><i>Estadística descriptiva</i></b> .....	46

#### CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	47
4.1	<b>Procesamiento, análisis e interpretación de resultados.</b> .....	47
4.1.1	<i>Porcentaje de germinación por tratamiento pre germinativo de <i>Magnolia pastazaensis</i> (Jaramillo y Buenaño).</i> .....	47
4.1.2	<i>Identificación del mejor tipo de sustrato con diferentes tipos de tratamientos pre germinativos para la germinación de <i>Magnolia pastazaensis</i> (Jaramillo y Buenaño).</i> .....	49
4.1.3	<b><i>Evaluación de las variables dasométricas de las plántulas de <i>M. pastazaensis</i> después de su germinación.</i></b> .....	50
4.1.3.1	<i>Comparación de los tratamientos con respecto a la altura de las plántulas a los 60 y 120 días</i> 51	
4.1.3.2	<i>Comparación de los tratamientos con respecto al DAC de las plántulas a los 60 y 120 días</i> 53	
4.1.3.3	<i>Comparación de los tratamientos con respecto al número de hojas de las plántulas a los 60 y 120 días</i> .....	55
4.2	<b>Discusión</b> .....	56
4.3	<b>Comprobación de la hipótesis</b> .....	62

**CAPÍTULO V**

<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>5.1</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>5.2</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>64</b>

**GLOSARIO**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3-1:</b>	Variables evaluadas en esta investigación.....	32
<b>Tabla 3-2:</b>	Especificaciones del Factor B/Tratamientos pre germinativos .....	38
<b>Tabla 3-3:</b>	Especificaciones del Factor A/Sustratos.....	38
<b>Tabla 3-4:</b>	Diseño experimental bifactorial .....	38
<b>Tabla 3-5:</b>	Características del campo experimental .....	44
<b>Tabla 3-6:</b>	Diseño de los tratamientos del bloque 1 .....	44
<b>Tabla 3-7:</b>	Diseño de los tratamientos del bloque 2.....	45
<b>Tabla 3-8:</b>	Diseño de los tratamientos del bloque 3.....	45
<b>Tabla 4-1:</b>	Los mejores tipos de sustratos.....	49
<b>Tabla 4-2:</b>	Valores de las variables dasométricas de los tratamientos. ....	49
<b>Tabla 4-3:</b>	Variables dasométricas evaluadas a los 60 días después de la siembra .....	50
<b>Tabla 4-4:</b>	Variables dasométricas evaluadas a los 120 días después de la siembra.....	51

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 3-1:</b>	Ubicación del trabajo de TIC.....	30
<b>Ilustración 3-2:</b>	Armado de la infra estructura y construcción de los bloques para el diseño DBCA .....	33
<b>Ilustración 3-3:</b>	Extracción de semillas .....	35
<b>Ilustración 3-4:</b>	Semillas con las mejores características físicas .....	36
<b>Ilustración 3-5:</b>	Preparación de S1 se utilizó tierra de bosque .....	39
<b>Ilustración 3-6:</b>	Llenado de cajón del S1 .....	40
<b>Ilustración 3-7:</b>	DBCA con arreglo bifactorial.....	41
<b>Ilustración 3-8:</b>	Siembra manual de las semillas con su respectivos.....	41
<b>Ilustración 4-1:</b>	Porcentaje de germinación a los 60 días. ....	47
<b>Ilustración 4-2:</b>	Porcentaje de germinación a los 120 días .....	48
<b>Ilustración 4-3:</b>	Altura de las plantas del bloque 1 a los 60 y 120 días .....	52
<b>Ilustración 4-4:</b>	Altura de las plantas del bloque 2 a los 60 y 120 días. ....	52
<b>Ilustración 4-5:</b>	Altura de las plantas del bloque 3 a los 60 y 120 días .....	53
<b>Ilustración 4-6:</b>	DAC de las plantas del bloque 1 a los 60 y 120 días .....	53
<b>Ilustración 4-7:</b>	DAC de las plantas del bloque 2 a los 60 y 120 días .....	54
<b>Ilustración 4-8:</b>	DAC de las plantas del bloque 3 a los 60 y 120 días .....	54
<b>Ilustración 4-9:</b>	Número de hojas de las plantas del bloque 1 a los 60 y 120 días. ....	55
<b>Ilustración 4-10:</b>	Número de hojas de las plantas del bloque 2 a los 60 y 120 días .....	55
<b>Ilustración 4-11:</b>	Número de hojas de las plantas del bloque 3 a los 60 y 120 días .....	56

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** VISITA AL SECTOR DONDE SE ENCONTRABAN LAS MAGNOLIAS, EQUIPAMIENTO CON ESPECIALISTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LAS SEMILLAS, ÁRBOLES DE *Magnolia pastazaensis* SELECCIONADOS y FLOR DE *Magnolia pastazaensis*.
- ANEXO B:** CONSTRUCCIÓN DE LOS BLOQUES PARA EL DISEÑO DBCA, CUBRIMIENTO CON PLÁSTICO Y SARÁN DE INVERNADERO DEL VIVERO TEMPORAL.
- ANEXO C:** DESECACIÓN DE SEMILLAS EN ESTUFA A UNA TEMPERATURA DE 105°C, PESO SECO DE SEMILLAS DE *M. pastazaensis*.
- ANEXO D:** FRUTO DE *M. pastazaensis*, EXTRACCIÓN DE SEMILLAS
- ANEXO E:** SEMILLAS SECADAS AL SOL DURANTE 48 HORA, SEMILLAS EN INMERSIÓN EN AGUA DESTILADA A TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 48 HORAS, SEMILLAS TESTIGOS.
- ANEXO F:** PREPARACIÓN DE S1 SE UTILIZÓ TIERRA DE BOSQUE +TIERRA NEGRA+ TIERRA DE SISTEMA AGROFORESTALES, LLENADO DE CAJÓN DEL S2 (TURBA+ TIERRA NEGRA+ TIERRA NATIVA), LLENADO DE CAJÓN DEL S3 (SUSTRATO UNIVERSAL 100%), LLENADO DE CAJÓN DEL S1 TIERRA DE BOSQUE +TIERRA NEGRA+ TIERRA DE SISTEMA AGROFORESTALES.
- ANEXO G:** SIEMBRA MANUAL DE LAS SEMILLAS CON SU RESPECTIVOS SUSTRATOS Y TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS, ETIQUETADO DE SEMILLAS.
- ANEXO H:** ETIQUETADO DE SEMILLAS CON SU RESPETIVOS SUSTRATOS Y TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS.
- ANEXO I:** CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS A LAS 4 SEMANAS DE HABER GERMINADO.
- ANEXO J:** CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS A LAS 8 SEMANAS DE HABER GERMINADO.
- ANEXO K:** CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS A LAS 12 SEMANAS DE HABER GERMINADO.
- ANEXO L:** CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS A LAS 14 SEMANAS DE HABER GERMINADO.



- ANEXO M:** CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS A LAS 16 SEMANAS DE HABER GERMINADO.
- ANEXO N:** ENFUNDADO DE PLANTAS, TOMA DE DATOS CON EL CALIBRADOR, TOMA DE DATOS CON EL METRO.
- ANEXO O:** FOTOS ACTUALES DE LAS PLÁNTULAS DE *Magnolia pastazaensis*.
- ANEXO P:** PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 60 DÍAS.
- ANEXO Q:** *PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 120 DÍAS.*
- ANEXO R:** *CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN DE Magnolia Pastazaensis.*

## RESUMEN

Se realizó la evaluación de tres tratamientos pre-germinativos (B1: testigo, B2: Inmersión en agua destilada a temperatura ambiente durante 48 horas y B3: Secado al sol durante 48 horas) y tres sustratos (A1= Tierra de bosque 50% +tierra negra 25% + tierra de sistemas agroforestales 25%, A2= Sustrato Universal 100% y A3= Turba 25% + tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%), para la reproducción sexual de *Magnolia pastazaensis* (Jaramillo y Buenaño) en la parroquia San Vicente de Huaticocha, Cantón Loreto, Provincia de Orellana. Se empleó un diseño de bloques completos al azar con estructura factorial con dos factores, 9 tratamientos y 3 repeticiones. Ninguno de los tratamientos tuvo efectos en la germinación. Se registró datos del porcentaje de germinación a los 49 días después de la siembra y desarrollo de las plantas; como altura, diámetro a la altura del cuello, número de hojas, a los 60 y 120 días. Para el análisis descriptivo se utilizó un diagrama de barras. El porcentaje de emergencia tomado a los 49 días dio resultados extremadamente bajos, dándonos un porcentaje de 4,23%. Con respecto al desarrollo de las plantas se encontró que el mejor sustrato evaluado a los 120 días fue el T9 conformado por Turba (25%) + Tierra negra (25%) + Tierra de bosque (50%) más el tratamiento pre germinativo (Secado al sol durante 48 horas) dando como resultado un diámetro a la altura del cuello (DAC) (4 mm), altura (16 cm), número de hojas (12 hojas). Se concluye que, el tratamiento T9 demostró los mejores resultados; diámetro a la altura del cuello, altura y número de hojas. Se recomienda a los productores de plántulas que deseen propagar esta especie, utilizar sustrato compuesto por Turba+ Tierra negra + Tierra de bosque, además emplear el tratamiento pre germinativo (Semillas secadas al sol durante 48 horas) obteniendo buenos resultados en germinación y crecimiento.

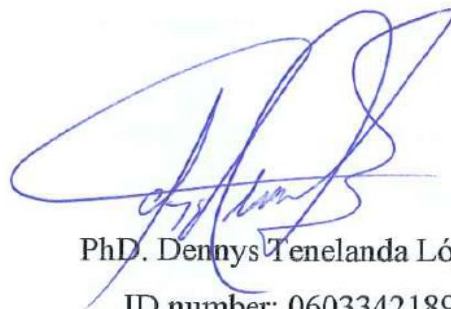
**Palabras clave:** <ÁRBOLES EMBLEMÁTICOS>, <GRANÍVOROS>, <SUSTRATOS>, <TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS>, <*Magnolia pastazaensis* (Jaramillo y Buenaño)>, <GERMINACIÓN DE SEMILLAS>, <VIVERO >, <PROPAGACIÓN SEXUAL >.



## SUMMARY

The evaluation of three pre-germination treatments was carried out (B1: control, B2: immersion in distilled water at room temperature for 48 hours and B3: Drying in the sun for 48 hours) and three substrates (A1 = Forest soil 50% + soil black 25% + soil from agroforestry systems 25%, A2= Universal Substrate 100% and A3 Peat 25% + black soil 25% + Forest soil 50%), for the sexual reproduction of *Magnolia pastazaensis* (Jaramillo and Buenaño) in San Vicente de Huaticocha, Loreto City, Orellana Province. A randomized complete block design with a factorial structure with two factors, 9 treatments and 3 repetitions were used. None of the treatments had effects on germination. Data on the germination percentage was recorded 49 days after sowing and plant development, such as height, diameter at neck height, number of leaves, at 60 and 120 days. A bar diagram was used for the descriptive analysis. The emergency percentage taken at 49 days gave extremely low results, giving us a percentage of 4.23%. Regarding the development of the plants. It was found that the best substrate evaluated after 120 days was T9 made up of Peat (25%) + Black soil (25%) + Forest soil (50%) plus the pre-germinative treatment (Drying in the sun for 48 hours) resulting in diameter at neck height (DAC) (4 mm), height (16 cm), number of leaves (12 leaves). It is concluded that the T9 treatment demonstrated the best results, diameter at neck height, height and number of leaves. Seedling producers who wish to propagate this species are recommended to use a substrate composed of Peat + Black soil + Forest soil, and use the pre-germinative treatment (Seeds dried in the sun for 48 hours) obtaining good results in germination and growth.

**Keywords:** <EMBLEMATIC TREES>, <GRANIVOROS>, «SUBSTRATES», <PRE-GERMINATIVE TREATMENTS>, <Magnolia pastazaensis (Jaramillo and Buenaño)>, <SEED GERMINATION>, «NURSERY», <SEXUAL PROPAGATION>.



Ph.D. Dennys Tenelanda López  
ID number: 0603342189

Riobamba, June 20<sup>th</sup>, 2024

## INTRODUCCIÓN

La deforestación para obtener madera y otros recursos como la expansión agrícola y ganadera ha afectado significativamente la disminución de las poblaciones de diversas especies en los bosques, y ha disminuido la variabilidad genética y la pérdida de hábitat para animales. A nivel global se ha registrado la pérdida de aproximadamente 178 millones de hectáreas de bosques entre 1990 y 2020, lo que equivale a una disminución del 10% de la superficie boscosa en todo el mundo en tan solo tres décadas, de acuerdo a los datos proporcionados por la FAO en el 2020 (Asqui, 2023, pág. 1).

Para la restauración exitosa, es esencial adquirir conocimiento sobre la germinación de semillas y realizar un análisis de calidad de las plantas cultivadas en viveros como punto de partida. Esto permite la selección de tratamientos pre-germinativos adecuados y sustratos apropiados para las condiciones específicas de cada ubicación. La calidad morfológica de una plántula se determina por características cualitativas y cuantitativas, influenciadas por factores genéticos, condiciones del vivero y prácticas de cultivo como la fecha y densidad de siembra (Ureta et al., 2019, págs. 194-196).

En América Latina, excluyendo a Colombia, se ha observado un notable aumento en el número de especies de magnolias reconocidas en la última década, con incrementos de tres a cinco veces en países como México, Costa Rica y Ecuador. (Vázquez et al., 2015, pág. 2)

En Ecuador, las 25 especies de magnolias representan el 7% del total mundial y el 16% en América. *Magnolia pastazaensis*, un árbol endémico de Ecuador se encuentra en las provincias de Napo y Pastaza, en bosques húmedos de baja montaña entre 684 y 1000 m.s.n.m. Aunque no hay datos exactos sobre la cantidad de estos árboles, varios proyectos se centran en la propagación y cultivo de *Magnolia pastazaensis*. (Vázquez et al., 2015, pág. 53)

En el año 2010, tan solo se habían identificado cuatro especies nativas de *Magnolia* en Ecuador. El número se ha incrementado a 23 especies gracias a investigaciones recientes, algunas aún están en proceso de recibir nombres científicos oficiales. Es muy probable que esta cifra siga en aumento en el futuro a medida que se realicen más investigaciones. Muchas especies de *Magnolia* en Ecuador poseen poblaciones reducidas y están en riesgo por la deforestación. (Vázquez et al., 2015, pág. 4)

Los viveros forestales son importantes en la provisión de especies que puedan contribuir a la protección del medio ambiente y de los suelos donde se desarrollan. Representan una opción

efectiva para la rehabilitación de áreas afectadas por deforestación, incendios forestales y sus consecuencias, como pérdida de suelo fértil, erosión y escasez de agua. Al proporcionar especies forestales adecuadas, estos viveros pueden contribuir a la restauración de ecosistemas naturales y a la conservación de la biodiversidad global. (Melendrez, 2022, págs. 1-8)

Al contar con un vivero temporal y cultivar especies forestales adaptadas a las condiciones climáticas locales, es posible obtener plántulas de excelente calidad (Melendrez, 2022, págs. 1-8). Los viveros forestales desempeñan un papel significativo en la conservación de la biodiversidad, ya que suministran especies adaptadas a su entorno, contribuyendo así al recurso fundamental para la implementación de proyectos de reforestación y sistemas agroforestales sostenibles. (Mora, 2017, págs. 5-14)

En este estudio se exploraron los efectos de tres sustratos y tres tratamientos pregerminativos diferentes en la propagación vegetativa de *Magnolia pastazaensis* en la parroquia San Vicente de Huaticocha, cantón Loreto, provincia Orellana. Los sustratos incluyeron sustrato universal, tierra negra, turba, tierra de origen y combinaciones de estos materiales, mientras que los tratamientos pre-germinativos incluyeron agua destilada, agua caliente y detergente. El objetivo principal fue determinar cuál de estas combinaciones era el mejor resultado en tasa de germinación.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del problema

Muchas de las especies de *Magnolia* en Ecuador son alopátricas, endémicas y extremadamente escasas. Dada la significativa deforestación y el impacto considerable de las actividades mineras (según Vázquez et al. 2015, pág. 2), Un gran número de estas especies enfrenta una situación poblacional crítica para lograr la reproducción de juveniles en su entorno natural. Como resultado, tres de cada cuatro especies están en peligro de extinción, posiblemente por presiones intensas de depredación de granívoros aún no identificados o por los cambios climáticos que afectan a las comunidades. (Osorio et al., 2019, pág. 3)

La limitada propagación del género *Magnolia* ha resultado en una baja tasa de germinación en su reproducción. En Ecuador, numerosas especies de *Magnolia* enfrentan amenazas debido a la deforestación y poseen poblaciones reducidas (Vázquez et al., 2015, pág. 4). Por la poca información sobre la germinación, desempeño y crecimiento fisiológico de la especie, en zonas fuera de su área de distribución y en su hábitat original no se han comparado o establecido diferencias sobre los resultados obtenidos en trabajos de investigación recientes, que podrían proveer nuevos conocimientos para conservarlo.

La ausencia de estudios sobre el crecimiento *in situ* de *Magnolia pastazaensis* limita la comprensión necesaria para diseñar programas y actividades de restauración. Aunque hay pocos estudios en Ecuador, se menciona una tasa de germinación del 30% para este género, lo que motiva la aplicación de tratamientos pre-germinativos con diversos sustratos en un intento de mejorar la producción de esta especie. (Campos et al., 2019, pág. 1)

#### 1.2 Objetivos

##### 1.2.1 *Objetivo general*

Evaluar tres tratamientos pre-germinativos de *Magnolia pastazaensis* (Jaramillo y Buenaño), con tres tipos de sustratos a nivel de campo en la provincia de Orellana, cantón Loreto.

### 1.2.2 *Objetivos específicos*

- Calcular el índice de germinación por tratamiento pre-germinativo de la especie identificada.
- Identificar el mejor tipo de sustrato con diferentes tipos de tratamientos pre-germinativos para la germinación de *Magnolia pastazaensis*.
- Evaluar las variables dasométricas de la especie identificada, cada 15 días después de su germinación.

### 1.3 **Justificación**

La presente investigación se centra en ampliar nuestra comprensión sobre la producción de plántulas de *M. pastazaensis* (Jaramillo y Buenaño) en un contexto de vivero. Esto implica la identificación de métodos pre-germinativos que puedan superar la latencia de las semillas, acelerar su germinación y reducir el tiempo necesario para obtener plántulas. También se busca determinar el tipo de sustrato que ofrezca los nutrientes adecuados, una adecuada aireación, retención de agua y un sistema de anclaje sólido para desarrollar las raíces. El objetivo último es generar plántulas de alta calidad capaces de prosperar en condiciones de campo. Si no logramos reforestar a tiempo, la humanidad continuará explotando mucho las pocas especies forestales que aún persisten en los bosques naturales. Dado el alto valor ecológico, productivo y comercial de *M. pastazaensis*, atribuido a su madera resistente a la humedad y su capacidad para resistir diversos patógenos, la preservación de su existencia se vuelve aún más crucial. (Sinaluisa, 2023, pág. 3)

La restauración emerge como una solución para incrementar la población de individuos de *M. pastazaensis* (Jaramillo y Buenaño), contribuyendo así a la formación de una base de conocimientos. Este conocimiento puede ser de utilidad para viveristas y diversos programas de restauración forestal, facilitando la preservación y producción continua de esta especie. La actualización de información resulta crucial para evaluar su estado de conservación a nivel regional y establecer la base informativa necesaria para implementar estrategias dirigidas a su preservación. (Gutiérrez, 2020, pág. 2)

Esta especie se encuentra en el libro rojo ya que es una especie muy vulnerable. El área original donde se recolectó por primera vez se ha devastado. Afortunadamente, en la actualidad, la especie está experimentando un crecimiento en tres áreas protegidas: la Estación Biológica Jatun Sacha, en el Bosque Protector 'Pablo López del Oglán Alto', la Estación Científica de la Universidad Central del Ecuador, y en la estación de CIPCA Universidad Estatal Amazónica (con 7

individuos). Sin embargo, hasta el momento, no se han observado plántulas o juveniles en estos lugares. (Osorio et al., 2019, pág. 27)

La regeneración natural de *M. pastazaensis* (Jaramillo y Buenaño) en la provincia de Pastaza es limitada, y la producción de plántulas no logra satisfacer las demandas. Por este motivo, se destaca la importancia de realizar esta investigación, enfocada en la germinación de plántulas mediante métodos sexuales. Este enfoque implica la utilización de sustratos disponibles en la región y la aplicación de tratamientos pre-germinativos, con el objetivo de establecer un protocolo de propagación que permita incrementar de manera significativa la cantidad de plantas. (Espin, 2023, pág. 3)

## **1.4 Hipótesis**

### ***1.4.1 Hipótesis nula***

Ninguno de los tres tratamientos pre-germinativos ni alguno de los tres tipos de sustratos tuvieron un efecto en el índice de germinación de *Magnolia pastazaensis* a nivel de campo en Orellana.

### ***1.4.2 Hipótesis alternativa***

Al menos uno de los tres tratamientos pre-germinativos y alguno de los tres sustratos tuvieron un efecto en su índice de germinación de *Magnolia pastazaensis* a nivel de campo en Orellana.



## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Magnoliaceae en el mundo

Las magnolias han fascinado a la humanidad desde tiempos antiguos debido a su frondoso follaje perenne y sus flores impresionantes y fragantes. Se encuentran en áreas tanto templadas como tropicales de Asia y América, y son apreciadas por su excepcional importancia en horticultura, su atractivo estético, su utilidad como fuente de madera para construcción y ebanistería, así como su valor como alimento. Además, se les atribuyen propiedades medicinales. (Osorio et al., 2019, pág. 2)

En el Neotrópico, la familia Magnoliaceae cuenta con 170 especies, lo que representa el 95% de las especies presentes en el continente americano (45% a nivel mundial). La mayoría de las especies pertenecientes al género *Magnolia* enfrentan una situación poblacional crítica para lograr el reclutamiento de juveniles en su hábitat natural. Como resultado, tres de cada cuatro especies se encuentran en riesgo de extinción. Esta amenaza puede deberse a diversas razones, como la fuerte presión de depredación por parte de granívoros aún no identificados o los cambios climáticos que afectan a las comunidades, entre otras posibilidades. (Osorio et al., 2019, págs. 1-2)

México destaca como el país con la mayor diversidad de especies de *Magnolia* en el continente americano, seguido por Colombia y Ecuador, que comparten la misma posición con Vietnam y están superados solo por China. Sin embargo, en términos relativos al tamaño de sus territorios, Ecuador y Costa Rica exhiben una mayor riqueza en especies de *Magnolia* que Colombia y México.

En particular, en la región de Zamora Chinchipe, se pueden encontrar 8 especies en un área con forma trapezoidal de 3,500 km<sup>2</sup>. Esta región se destaca como la más rica en especies de *Magnolia* en el continente americano y posiblemente a nivel mundial (Osorio et al., 2019, pág. 4).

Los intentos para lograr la germinación fuera de su hábitat natural y la propagación asexual mediante acodos han tenido éxito solo en un reducido número de especies. Por eso, se sugiere explorar métodos de propagación *in vitro* para preservar el material genético de todas las especies, antes de su extinción permanente. (Osorio et al., 2019, pág. 1)

## 2.2 Magnoliaceae en el Ecuador

Las magnolias presentes en Ecuador, que comprenden 25 especies, constituyen el 7% de todas las especies a nivel mundial y el 16% en el continente americano. Dos tercios de estas especies pertenecen a la subsección Talauma, con una distribución extensa en la región neotropical, mientras que el tercio restante corresponde a la subsección Dugandiodendron, que es endémica del noroeste de Suramérica. (Osorio et al., 2019, pág. 4)

Originaria exclusivamente de las provincias de Napo y Pastaza, esta magnolia se encuentra en bosques primarios premontanos húmedos, ubicados a altitudes entre 684 y 1000 metros. El nombre específico hace referencia a la provincia de Pastaza, donde se encuentra la localidad tipo. En 2010, se conocían solo cuatro especies nativas de *Magnolia* en Ecuador; pero, con investigaciones recientes, el número ha aumentado a 23 especies, algunas aún en proceso de recibir nombres científicos. Es probable que esta cifra se siga incrementándose en el futuro con más estudios. Vale la pena señalar que muchas de estas especies de *Magnolia* en Ecuador tienen poblaciones reducidas y enfrentan amenazas debido a la deforestación. (Vázquez et al., 2015, pág. 47)

## 2.3 *Magnolia pastazaensis*

### 2.3.1 Descripción botánica

Árboles que alcanzan hasta 30 metros de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 80 centímetros; los entrenudos de las ramitas terminales son lisos, estriados, con un diámetro de 0.8 a 1.3 centímetros. Las hojas, de textura coriácea, son sin pelos; los pecíolos miden de 2.4 a 4.9 centímetros de largo por 0.3 a 0.4 centímetros de ancho, sin pelos, con una cicatriz plana en la superficie adaxial que abarca toda su longitud.

Las láminas son elípticas, con dimensiones de 16 a 26 centímetros de largo por 6 a 17 centímetros de ancho, con un ápice obtuso, margen entero, y una base obtusa o aguda. Se observan de 6 a 9 nervaduras secundarias a cada lado del nervio central, las cuales son broquidóromas; tanto el nervio central como los secundarios son planos o ligeramente resaltados en la superficie superior y notables en la inferior, con una venación reticular clara en ambas superficies. (Osorio et al., 2019, pág. 27)

Las flores tienen un diámetro de 24 a 26 centímetros; los botones florales son solitarios y miden de 6.5 a 8 centímetros de largo por 5 a 5.5 centímetros de ancho. Los hipsofilos, en número de 3, son lisos y sin pelos.

Los sépalos, en cantidad de 3, son oblongo-ovados, carnosos, sin pelos, con dimensiones de 9.6 a 10.1 centímetros de largo por 4.6 a 4.8 centímetros de ancho, y presentan un ápice obtuso o apiculado. Los pétalos, en total de 6, son blancos y carnosos. Los pétalos exteriores miden de 9 a 11 (o hasta 12) centímetros de largo por 3 a 4 centímetros de ancho, son ampliamente obovados, naviculares y estrechos en la base, con una base truncada y un ápice obtuso o agudo. Los pétalos interiores miden de 7 a 9.8 (o hasta 10) centímetros de largo por 2 a 3.5 centímetros de ancho y son obovados y naviculares. Hay aproximadamente 165 a 189 estambres, que son lineales a angostamente obovados, con dimensiones de 1.0 a 1.4 centímetros de largo por 0.2 a 0.25 centímetros de ancho. El gineceo tiene forma subglobosa, con dimensiones de 3.2 a 4.4 centímetros de largo por 2.8 a 3 centímetros de ancho. (Osorio et al., 2019, pág. 27)

Fruto esférico y espinoso, con dimensiones de 10.5–11.2 × 8.3–10.5 cm, compuesto por 98–102 carpelos triangulares y puntiagudos, cuyas puntas alcanzan hasta 2 cm de longitud. Las semillas inmaduras miden entre 1–1.4 × 0.9–1.2 cm (Osorio et al., 2019, pág. 27). Aunque el árbol produce numerosas semillas, es poco común hallarlas en el suelo del bosque, lo que sugiere una elevada depredación de sus oleaginosas. Una vez liberadas, estas semillas son objeto de depredación por granívoros aún no identificados. (Vázquez et al., 2015, pág. 15)

### **2.3.2 Afinidades**

*M. pastazaensis* pertenece a la subsección Talauma y comparte similitudes con *M. cespidesii* (Triana y Planchon) Govaerts en cuanto a la forma de las hojas y el número de carpelos. Sin embargo, se diferencia de esta última por la presencia de carpelos puntiagudos y flores de mayor tamaño. Asimismo, guarda similitudes con *M. equatorialis* A. Vázquez en términos de carpelos puntiagudos, pero se distingue por tener hojas más pequeñas, flores de mayor tamaño y frutos globosos en lugar de elipsoides. (Osorio et al., 2019, pág. 27)

### **2.3.3 Descripción**

Esta especie se recolectó por primera vez de Cajabamba, Pastaza en 1987 por Brian M. Boom, J. Rombold y R. Doenges. (Osorio et al., 2019, pág. 27)

### **2.3.4 Distribución y ecología**

Ecuador, endémica de las provincias de Napo y Pastaza, en bosque primario premontano húmedo, entre 684-1000 m altura. (Osorio et al., 2019, pág. 27)

### **2.3.5 *Distribución y hábitat potencial***

6828 km<sup>2</sup>. (Vázquez et al., 2015, pág. 53)

### **2.3.6 *Fenología***

Florece y fructifica de octubre a diciembre. (Osorio et al., 2019, pág. 27)

### **2.3.7 *Eponimia y etnobotánica***

El término "pastazaensis" hace referencia a la provincia de la localidad tipo, que es Pastaza. No se ha registrado un uso específico o un nombre vernáculo para esta especie. (Osorio et al., 2019, pág. 27)

## **2.4 Propagación**

Se emplean tanto métodos de reproducción sexual como asexual en el proceso de propagación de plantas. Un estudio sobre la propagación de plantas identificó tres aspectos clave. Para lograr una propagación exitosa, es esencial tener conocimientos sobre la manipulación, las técnicas mecánicas y los aspectos técnicos relacionados, cuya maestría requiere práctica y experiencia. El segundo aspecto necesario es conocer la estructura y desarrollo de la especie para propagar esta información, la puede conseguir con las platas o complementarla conformación de estudio mediante cursos formales de botánica, horticultura, genética y fisiología vegetales, por lo que estos conocimientos ayudan a comprender por qué realiza los medos utilizados y ayuda a enfrentar problemas inesperados. (Hartmann et al., 1997, pág.13)

### **2.4.1 *Propagación sexual***

Según (Ortega, 2019, pág.1), la reproducción sexual se caracteriza por la presencia de órganos o estructuras especializadas donde se generan gametos o células sexuales que se fusionan durante el proceso de fecundación. En el caso de las plantas, estos órganos se manifiestan como flores. Las plantas de mayor complejidad en la formación de flores son conocidas como epífitas o plantas con semillas, y se dividen en las categorías de gimnospermas y angiospermas.

La reproducción sexual implica la unión de gametos haploides de sexos opuestos (masculino y femenino) para crear un cigoto diploide a través del proceso de fertilización. Conforme el óvulo fertilizado se desarrolla, da origen a un embrión que se convierte en un nuevo adulto (esporofito),

capaz de generar gametos haploides y facilitar así la reproducción sexual de una nueva generación. En este contexto, la reproducción sexual se caracteriza principalmente por el fenómeno singular de la fecundación o fusión de gametos haploides procedentes de dos células procariotas. (Segui, 2014, pág.17)

#### **2.4.2 Propagación asexual**

Valera et al., (2017, pág. 1) proponen que la propagación sexual representa la aplicación práctica de los principios de reproducción asexual en la cual el ser humano logra el desarrollo de plantas mediante la intervención de un gameto sin la necesidad de llevar a cabo el proceso de fecundación. Cada unidad propagada se identifica como un ramet, y la agrupación de ramets provenientes del mismo orlet constituye un clon. El individuo a ser propagado es conocido como orlet u orleto.

La propagación asexual, también conocida como propagación vegetativa, se lleva a cabo a partir de una célula, un tejido o un órgano específico, como raíces, tallos, ramas o hojas. Este método de reproducción vegetativa pretende crear nuevas plantas con características deseables, como alta productividad, calidad superior o resistencia a factores de estrés bióticos o abióticos. (Rojas et al., 2004, pág. 7)

#### **2.5 Semilla**

La FAO (2022, pág.1) menciona que las semillas representan el fundamento esencial de la existencia humana, siendo un tesoro que alberga el potencial genético de las especies agrícolas y sus diversas variedades, fruto de procesos continuos de mejora y selección a lo largo del tiempo. El mejoramiento de los cultivos y la provisión a los agricultores de semillas y materiales de plantación de alta calidad son imperativos para asegurar una producción agrícola más eficiente y hacer frente a los crecientes desafíos ambientales. En consecuencia, la seguridad alimentaria está vinculada a la seguridad de las semillas en las comunidades agrícolas.

Las semillas representan los órganos reproductores fundamentales en la mayoría de las plantas tanto terrestres como acuáticas. Cumplen un papel esencial en la regeneración, mantenimiento y dispersión de las poblaciones vegetales, así como en los procesos de regeneración forestal y sucesión ecológica. En la naturaleza, las semillas son una fuente primaria de alimento para numerosos animales. Para los humanos, las semillas son vitales mediante la producción agrícola, ya que son parte esencial de la dieta. Además, las semillas se usan como forraje para diversos tipos de ganado. Son recursos esenciales para la gestión de poblaciones agrícolas y forestales, así como para actividades como la reforestación, la preservación de árboles embrionarios y la

restauración de especies valiosas que han sido sobreexplotadas. La capacidad de almacenamiento a largo plazo de las semillas garantiza la conservación de valiosas variedades de plantas. (Vásquez et al., 1997, pág. 38)

En las semillas, se encuentran el embrión y los materiales de respaldo. El embrión es una planta diminuta inactiva y tiene uno o más cotiledones, apéndices laterales similares a las hojas. El nódulo cotiledóneo une los cotiledones al embrión. El tegumento, una pared que rodea al embrión, almacena materiales seminales o epispermo. Este tegumento, que es la capa interna, consta de dos capas: el tegmen (la capa intermedia) y la testa (la capa externa), ambas derivadas del tegumento del óvulo. El tegmen, generalmente más delgado, suele ser duro y resistente. El tegumento salvaguarda tanto al embrión como a las sustancias de reserva, y facilita ciertas modificaciones que contribuyen a la dispersión de las semillas, como la presencia de formaciones aladas o pelos. (Castro et al., 2011, pág. 38).

### **2.5.1 Importancia de las semillas**

Según Doria (2010, pág. 74) el "Plan Nacional del Buen Vivir" (2009-2013) instaba a crear bancos que almacenen semillas, germoplasma y variedades genéticas para fomentar su conservación y facilitar el intercambio libre, respaldando investigaciones vinculadas a la regeneración, persistencia y dispersión de poblaciones, y la regeneración forestal y sucesión ecológica que involucran el uso de semillas. Para asegurar un origen adecuado y la posibilidad de reproducción, los árboles deben plantarse con semillas que puedan producirse vegetativa o sexualmente.

### **2.5.2 Calidad de las semillas**

Se refiere a un conjunto de atributos que constituyen la calidad de un producto, destinados a determinar si cumple con las expectativas que evalúan los consumidores. Las cuatro cualidades fundamentales de las semillas incluyen aspectos genéticos, fisiológicos, químicos y físicos. La presencia de cuatro cualidades fundamentales en su estado más elevado posibilita condiciones higiénicas y físicas que la semilla esté en su más alto nivel de calidad integral que cada uno aporta, lo que puede cultivar plantas fructíferas. Aunque la calidad de las semillas no puede ser evaluada visualmente, se han desarrollado técnicas de evaluación imparcial para ello. Un factor crítico de medir la calidad de la semilla es su valor de siembra y predecir su comportamiento en el campo por eso hay más instalaciones de análisis de semillas que usan procedimientos estandarizados para descartar lotes de semillas inferiores y garantizar a los agricultores mejores resultados de cosecha. (Gálvez et al., 2018, págs. 90-97)

### **2.5.3 Almacenamiento de las semillas**

Para preservar la viabilidad de las semillas, su capacidad de germinación, durante el mayor tiempo posible, se crean condiciones propicias para maximizar su vida útil durante el almacenamiento. En este sentido, es crucial comprender la fisiología de las semillas, ya que esto proporciona información esencial sobre su calidad y el estado de su metabolismo. Para asegurar la reproducción eficiente de plántulas sanas, resistentes y vigorosas, que puedan utilizarse en programas de restauración, reforestación, reverdecimiento o decoración, es fundamental estudiar factores para almacenar esta especie de forma óptima. (Doria, 2010, pág. 75)

### **2.5.4 Germinación de la semilla**

La Cuadra (1992, págs. 4-6) menciona que la semilla produce procesos llamados germinación, sujetas desde que el embrión crece hasta que se ha formado una pequeña planta que puede subsistir sin importar las reservas de alimentos almacenados en ella. Para que la semilla pueda llevar a cabo la germinación, es necesario que reúna ciertas condiciones, como las características ambientales circundantes, la disponibilidad de agua, la temperatura y la presencia o ausencia de luz.

La germinación es un proceso fisiológico que finaliza con la liberación del embrión de su envoltura. Tanto los factores externos como los internos influyen en este proceso, y la imbibición, que es la absorción de agua, es un requisito necesario para que una semilla inicie su germinación. Este proceso activa funciones metabólicas que respaldan el crecimiento, desarrollo y la emergencia del embrión. El inicio de la germinación se produce cuando la semilla absorbe agua. (Davies, 2015, pág. 1)

### **2.5.5 Característica de las semillas**

#### **2.5.5.1 Latencia**

Según De la Cuadra (1992, pág. 8) la latencia se refiere a la inhabilidad de una semilla para llevar a cabo su proceso de germinación debido a condiciones ambientales adversas. Esta incapacidad coexiste con la retención de la viabilidad y la capacidad germinativa, que se manifestará cuando las condiciones ambientales sean propicias para su germinación.

#### 2.5.5.2 *Dormición*

Pérez (1999, pág. 181) menciona que la dormición es cuando las semillas viables y maduras no germinan con las condiciones adecuadas como temperatura, humedad y concentración de oxígeno, por lo que la semilla se adapta para la dispersión de la especie, ya que cualquier mecanismo que intente posponer, diferir o escalonar la germinación de la semilla facilitara dispersión en el espacio. La dormición de las semillas a menudo posee un significativo valor ecológico y adaptativo para la especie.

#### 2.5.5.3 *Latencia interna*

Numerosas especies forestales cuentan con una latencia regulada internamente por sus tejidos. Este control interno, al igual que el proceso de germinación, involucra fenómenos distintos, como la semipermeabilidad en las semillas cubiertas y un estado de letargo que puede ser superado mediante una exposición al enfriamiento en condiciones húmedas. (Varela et al., 2011, pág. 4)

#### 2.5.5.4 *Procedencia*

La capacidad de un árbol para generar semillas se ve afectada por las características tanto de la planta en sí como de su entorno. Elementos como la edad, desarrollo y vitalidad de las copas, determinados por su posición en el dosel y su nivel de desarrollo, son factores clave. La producción está influenciada por condiciones ambientales como luz, temperatura, humedad, precipitación, viento, fertilidad natural del suelo y la presencia o ausencia de insectos polinizadores. Se destaca que estos factores afectan tanto la calidad de los individuos como la producción en años específicos. Además, según su ubicación en la distribución, los rodales de la especie muestran adaptaciones diversas a las condiciones del sitio. Este fenómeno se explica como la selección natural actuando sobre la variabilidad intrínseca de las poblaciones, favoreciendo a los genotipos mejor adaptados al entorno. (Varela et al., 2011, pág.3)

### **2.6 Tratamientos pre-germinativos**

Son métodos esenciales para superar la latencia de las semillas, permitiendo su germinación cuando las condiciones ambientales son propicias y las semillas por sí solas no pueden iniciar el proceso. (Varela y Arana, 2011, pág. 5)



### **2.6.1 Estratificación**

Esta técnica se usa para superar la latencia fisiológica de las semillas, y consiste en ubicarlas entre capas que retienen la humedad, como arena, turba o vermiculita, ya sea en condiciones de baja o alta temperatura. (Varela y Arana, 2011, pág. 5)

### **2.6.2 Lixiviación**

Este procedimiento implica sumergir las semillas en agua potable para eliminar cualquier residuo químico presente en la cubierta de las semillas. Además, se utiliza ampliamente para ablandar la capa externa de la semilla, facilitando así un porcentaje de germinación satisfactorio. (Arana y Varela, 2010, págs. 6)

### **2.6.3 Iluminación**

Este método es reconocido por ser sometido a longitudes de onda particulares de la luz solar. (Arana y Varela, 2010, págs. 6-9)

### **2.6.4 Escarificación**

Este método se utiliza en especies forestales cuyas semillas poseen una cubierta seminal dura, la cual obstaculiza la absorción de agua y previene la germinación. A través de este proceso, es posible modificar la cubierta de las semillas, permitiendo así la entrada de agua y gases, lo que inicia la fase de activación de la germinación. (Varela y Arana, 2011, pág. 6)

#### **2.6.4.1 Mecánica**

Se raspa la cubierta de las semillas con lijas, limas o la fragmentación con un martillo o pinzas. (Varela y Arana, 2011, pág. 6)

#### **2.6.4.2 Química**

Implica sumergir las semillas en compuestos químicos; cuando las semillas están secas, se ubican en recipientes no metálicos y se cubren con ácidos sulfúricos. La duración del tratamiento varía según la especie. (Varela y Arana, 2011, pág. 6)

### **2.6.5 *Inmersión en agua destilada***

Sumergir las semillas en agua destilada proporciona una alternativa efectiva para mejorar la prueba de viabilidad. El éxito de este tratamiento previo se basa principalmente en la activación de las enzimas deshidrogenasas, que liberan iones de hidrógeno responsables de reducir la sal de tetrazolio a formazán. Esto posibilita una coloración adecuada de los tejidos, facilitando así la clasificación de los lotes de semillas. (Carvalho et al., 2014, págs. 246-252); (Oliveira et al., 2018, págs. 435-441).

La inmersión de las semillas en agua destilada se lleva a cabo con el propósito de limpiarlas y eliminar posibles agentes inhibidores de la germinación presentes en la cubierta externa. (Pilcher, 1970, págs. 281-282); (Potter et al., 1984, págs. 106-110); (Sánchez-Venegas, 1997, págs. 16-21)

### **2.6.6 *Semillas secadas al sol***

El proceso de secado de semillas al sol implica la recolección de los frutos directamente del árbol en el momento apropiado. Posteriormente, se extraen las semillas de los frutos y se colocan al sol durante varios días para permitir que se sequen sin perder su viabilidad. Es posible almacenar las semillas de ciertas especies con niveles de humedad entre 6 y 7%, y a temperaturas iguales o inferiores a 0 °C. Estas condiciones posibilitan la preservación de la viabilidad de las semillas durante varios años. Cuando las semillas se mantienen en condiciones secas y con niveles de humedad favorables, tienen la capacidad de completar la germinación y desarrollar plántulas. (Sañudo et al., 2009, págs. 329-33)

### **2.6.7 *Inmersión en agua al ambiente***

Facilita la homogeneización del proceso de germinación (INAB, 2019, págs. 1-8) y también provoca la activación de los procesos metabólicos, la elongación celular y la aparición de la radícula; citado en (Maldonado et al., 2002)

### **2.6.8 *Inmersión en agua de coco***

Se trata de uno de los procedimientos más eficaces, ya que favorece una alta tasa de germinación. Consiste en sumergir las semillas en agua de coco, la cual contiene ácido giberélico, estimulando así la germinación y favoreciendo el desarrollo de raíces en esquejes y plántulas. Además, esta agua contiene citoquininas, hormonas que promueven la división celular y estimulan el

crecimiento de brotes y raíces. Es necesario agregar una cantidad específica de agua de coco por cada litro de agua. (Patiño, et al., 2011 págs. 4-7)

### **2.6.9 *Hormonas y otros estimulantes químicos***

Se refiere a una mezcla que actúa como agente promotor de la germinación de la semilla, incluyendo sustancias como el ácido giberélico, nitrato de potasio, citoquininas y etileno. (Varela y Arana, 2011, pág. 6)

#### **2.6.10 *Flotación***

La clasificación de semillas vacías no se clasifica estrictamente como un tratamiento pre-germinativo, aunque es esencial llevar a cabo este procedimiento como una primera fase para distinguir entre semillas viables e inviables. Esto implica la separación de las semillas de calidad de las que no lo son. (Varela y Arana, 2011, pág. 7)

#### **2.6.11 *Importancia de los tratamientos pre germinativos***

Según Solano (2020, pág. 7) los tratamientos pre germinativos ejercen un impacto positivo en semillas atrofiadas, que no pueden avanzar en el proceso de germinación. Contribuyen a retardar la senescencia, promover la formación de células en la raíz y, por consiguiente, el desarrollo de meristemas apicales y la translocación de nutrientes. Para las semillas de especies forestales con una textura dura, el lijado y la aplicación de ácido sulfúrico son métodos eficientes que aseguran resultados óptimos. Entre los tratamientos más efectivos se incluyen métodos biológicos, físicos, calor seco, y la inmersión en agua o soluciones químicas.

## **2.7 *Vivero***

El vivero se define como un área destinada a la producción y cultivo de una amplia variedad de plantas, que incluyen herbáceas, leñosas, ornamentales y frutales. Además, se puede concebir como una empresa o explotación compuesta por diversas parcelas equipadas con instalaciones que crean condiciones ambientales óptimas para el cultivo y cuidado de plántulas, asegurando su desarrollo hasta el momento de ser trasladadas al lugar de plantación definitivo. (Boix, 2017, pág.7).

(Boix, 2015, págs. 11-16) Asegura que, más allá del propósito principal de la empresa viverista, esta utiliza dos categorías de superficie que albergan instalaciones y construcciones diseñadas para lograr un objetivo específico de acuerdo con las especificaciones del vivero.

### **2.7.1 Superficie útil**

Este espacio comprende instalaciones destinadas a la producción de plantas, y esta elección se basa en el tipo de planta previsto para la producción y los recursos económicos disponibles. Entre estas instalaciones se encuentran áreas de reproducción, lugares de empaque, límites, zonas sombreadas y estructuras para almacenar material vegetal. (Boix ,2015, págs. 11-16)

### **2.7.2 Superficie no cultivada**

Compuesta por oficinas y edificaciones diseñadas para ofrecer servicios, tales como la atención a clientes, estacionamiento, áreas interiores elevadas cubiertas, vestuarios para el personal, un restaurante y servicios sanitarios. (Boix ,2015, págs. 11-16)

### **2.7.3 Definición de vivero forestal**

Jiménez (1993, pág. 2) asegura que un vivero forestal es el sitio designado para la producción de plantas forestales, donde se brindan los cuidados esenciales para garantizar el desarrollo óptimo de las plántulas antes de su traslado al terreno. Además, establecer un vivero requiere una inversión económica mínima en términos de preparación del sitio, fertilización y mantenimiento.

### **2.7.4 Clasificación de los viveros por su duración y producción**

#### **2.7.4.1 Viveros permanentes**

Los viveros permanentes se crean para suministrar plantas a extensas áreas de terreno durante un período prolongado para operaciones de forestación. Este tipo de vivero requiere una inversión considerable para mantener una producción constante, asegurando el suministro de agua y la construcción de edificaciones permanentes. (Castillo et al., 2012, pág. 2)

#### **2.7.4.2 Viveros temporales o volantes**

Este vivero requiere una inversión inicial mínima, dado que su objetivo es producir plantas durante una temporada y en una extensión específica. Una vez concluida esta temporada, el vivero puede cerrarse, abandonarse o trasladarse a otra zona de forestación. Por lo tanto, este tipo de vivero presenta la ventaja de producir plantas en proximidad al lugar de plantación, evitando el deterioro de las plantas durante el transporte a largas distancias. (Castillo et al., 2012, pág.2)

## **2.8 Sustratos**

Según Quesada (2005, págs. 2-3) el sustrato se refiere al medio empleado en el cultivo de plantas, donde se desarrollan las raíces. Puede definirse como el material o la combinación de materiales que se utilizan para proporcionar aire, retener nutrientes y agua, y que sirve como soporte de crecimiento para las plantas.

En su elaboración, se combinan diversas materias primas en proporciones específicas, teniendo en cuenta volúmenes definidos de diferentes elementos. La mezcla resulta de un sustrato con las condiciones necesarias para establecer y desarrollar las plantas.

### **2.8.1 *Propiedades físicas de los sustratos***

El desarrollo normal de una planta depende crucialmente de las propiedades físicas de los sustratos, ya que influyen en la disponibilidad de oxígeno, la movilidad del agua y la facilidad con la que las raíces pueden penetrar. (Quiroz, et al., 2009 p. 71)

Las propiedades físicas de un sustrato abarcan aspectos como porosidad, capacidad de retención de agua, textura, densidad aparente y estabilidad estructural, entre otros. Es esencial que el sustrato posea una porosidad adecuada para suministrar oxígeno suficiente a las raíces de la plántula. Un contenido bajo de oxígeno en el sustrato podría obstaculizar el crecimiento de nuevas células. (Landis et al., 1989, págs. 1-67)

Hernández (2009, págs. 1-3) sostiene que las propiedades físicas de los sustratos son relevantes, ya que corregir su uso inadecuado resulta difícil cuando el cultivo está establecido. Entre las propiedades físicas más cruciales en los sustratos se encuentran:

#### **2.8.1.1 *Porosidad***

Hernández (2009, págs.1-3) menciona que la porosidad o espacio poroso total de los sustratos se refiere al volumen libre que puede ocupar el agua de este. La porosidad interna está influenciada por la naturaleza de las partículas y sus condiciones de conectividad, pudiendo ser abierta o cerrada. La porosidad más eficaz es la abierta o interconectada, ya que proporciona una mayor retención y movimiento del agua en el sustrato.

### *2.8.1.2 Densidad real*

La densidad real ( $D_r$ ) se determina mediante la relación entre la masa de partículas del sustrato y el volumen que ocupan. Es importante destacar que este cálculo es independiente del tamaño de las partículas o del grado de compactación. Los sustratos inorgánicos pueden mostrar valores de 2,65 g/mL, mientras que los sustratos orgánicos típicamente presentan un valor de 1,50 g/mL. (Hernández ,2009, págs. 1-3)

### *2.8.1.3 Densidad aparente*

Hernández (2009, pág.1-3) asegura que, a diferencia de la densidad real, la densidad aparente se define como la relación entre la masa o peso de las partículas y el volumen aparente, que abarca todo el espacio poroso. Específicamente, el volumen aparente incluye tanto el espacio ocupado por los materiales sólidos como poros abiertos y cerrados, tanto internos como externos. Los sustratos exhiben esta característica física, y al aplicar presión, se establece una relación directa entre la porosidad del material y la cantidad de poros presentes. En otras palabras, al aumentar el volumen total, se reduce la densidad aparente del sustrato, lo que puede disminuir significativamente los poros llenos de aire. Este fenómeno puede resultar en una mayor retención de agua debido a la compactación del sustrato.

### *2.8.1.4 Conductividad hidráulica*

La conductividad hidráulica de un sustrato, una propiedad física comparable a la de los suelos, indica su capacidad para conducir el agua. Esta característica de los sustratos está influenciada por las propiedades del fluido, la geometría de los poros y el contenido de agua. En condiciones de saturación, el agua se desplaza a través de los macroporos, mientras que, en períodos de menor humedad, fluye a través de los microporos. (Hernández ,2009, págs. 1-3)

## ***2.8.2 Propiedades químicas de los sustratos***

Las propiedades químicas son fundamentales ya que influyen en la disponibilidad de nutrientes para las plántulas, así como en la humedad y otras sustancias. También inciden en el suministro de nutrientes por la capacidad de intercambio catiónico, relacionada con la acidez del sustrato. (Quiroz et al., 2009, pág. 72)

La fertilidad y la capacidad de intercambio catiónico representan dos propiedades químicas de los sustratos, destacándose aspectos como el pH, la capacidad amortiguadora y la relación C/N.

Depende de la fertilidad el contenido de nutrientes del sustrato. Los nutrientes fundamentales que necesita la plántula son abundantes, entre ellos, el potasio, el fósforo y el nitrógeno. La CIC, o capacidad de intercambio de cationes, es una característica crucial en la fertilidad de un medio de cultivo, ya que refleja su habilidad para absorber iones cargados positivamente, conocidos como cationes. (Quiroz, et al., 2009, pág. 72)

El pH de un sustrato es una característica crucial a considerar, ya que influye en la accesibilidad de los nutrientes para las plantas. Se recomienda mantener un pH entre 5 y 6 al producir plántulas en viveros y otros entornos, lo que abarca desde ligeramente ácido hasta muy ácido (Landis et al., 1990, págs. 1-67). Cuando el sustrato es muy ácido ( $\text{pH} < 5,0$ ) o alcalino ( $\text{pH} > 7,5$ ), las deficiencias de nutrientes suelen manifestarse como síntomas, ya que los nutrientes no están disponibles para la planta debido a que se encuentran en formas químicas inaccesibles en el medio de cultivo. (Valenzuela et al., 2005, pág. 66)

### **2.8.3 Clasificación de los sustratos**

INFOAGRO (2017, pág. 1) menciona que los sustratos pueden ser categorizados considerando diversos factores como la procedencia de los materiales, sus propiedades naturales, características, capacidad de descomposición, entre otros.

#### **2.8.3.1 Según sus propiedades**

Sustratos químicamente inertes incluyen materiales como arena granítica o silíceo, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, entre otros. (INFOAGRO, 2017, pág. 1)

En contraste, sustratos químicamente activos abarcan turba rubia y negra, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, entre otros. (INFOAGRO, 2017, pág. 1)

La distinción entre los dos radica en la capacidad del sustrato para intercambiar cationes o almacenar nutrientes. Los sustratos químicamente inertes, en lugar de interferir con los procesos de adsorción y fijación, actúan como un soporte para la planta, y la solución fertilizante proporciona los nutrientes requeridos.

Por otro lado, los sustratos químicamente activos cumplen el papel tanto de depósito como de soporte para la planta, regulando el suministro de nutrientes según las necesidades de la planta, ya sea almacenándolos o trasladándolos. (InfoAgro, 2017, pág.1)

### 2.8.3.2 *Según el origen de los materiales*

#### Materiales orgánicos

- De origen natural: Se distinguen por experimentar descomposición biológica, representada por el término "turbas".
- Relacionados con la síntesis: Estos polímeros orgánicos son producidos por medios químicos y no son biodegradables, como el poliestireno expandido, la espuma de poliuretano y otros productos sintéticos.
- Residuos y subproductos de diversas actividades urbanas, industriales y agrícolas: La mayoría de los materiales en esta categoría deben someterse al proceso de compostaje para evaluar su idoneidad como sustratos, entre ellos se encuentran la fibra de coco, la cascarilla de arroz, la paja de cereal, residuos sólidos urbanos, cortezas de árboles, aserrín y virutas de madera, lodos de depuradoras, entre otros. (Informó, 2017, pág. 1)

#### Materiales Inorgánicos

- De origen natural: surgen de diversos tipos de rocas o minerales, que suelen ser ligeramente modificados mediante procesos físicos simples. Ejemplos incluyen materiales no biodegradables como arena, grava, tierra volcánica, entre otros.
- Cambiado o curado: mediante rocas o minerales, mediante procesos físicos complejos que alteran las propiedades de las materias primas, como perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.
- Residuos industriales y productos de desecho: Se generan a partir de procesos industriales que producen residuos como carbón y escorias de altos hornos, entre otros, y estos materiales son percibidos de manera muy diversa. (INFOAGRO, 2017, pág. 1)

### 2.8.4 *Sustrato ideal*

Según la FAO (2002 págs. 1-15) aunque cada especie requiere características particulares para su desarrollo, no es posible determinar un sustrato perfecto. Entre las cualidades ideales mencionadas por el grupo de requisitos se incluyen la alta retención de agua. Este sustrato debe ser fácilmente accesible, contar con buena aireación, ser liviano en densidad, poroso y tener baja salinidad. Además, debe poseer una alta capacidad amortiguadora, una baja tasa de descomposición, estabilidad estructural, ser reproducible y estar ampliamente disponible. Todo



esto, a un bajo costo y con un manejo sencillo, que incluye la mezcla y desinfección, entre otras acciones.

## **2.8.5 Componentes del sustrato utilizado**

### *2.8.5.1 Sustrato universal*

Campos y Cervera (2015, pag. 2) mencionan que el sustrato universal este compuesto por:

- pH (CaCl<sub>2</sub>): 5,0-6,0
- Contenido en cloruro de potasio (KCl): 2,0 g/l.
- Contenido en abono: 300 mg/l de nitrógeno (N), 450 mg/l de fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), y 400 de óxido de potasio (K<sub>2</sub>O).

### *2.8.5.2 Tierra negra*

Según Vallejo (2022, pág. 8) se refiere a la capa superior o superficial del bosque, con un espesor de entre 10 y 20 cm. Esta capa alberga la mayor concentración de nutrientes en el suelo, ya que es donde se degradan diversos materiales orgánicos.

Resulta altamente beneficioso para preservar cualquier tipo de cultivo vegetal, ya que posee nutrientes que promueven un crecimiento y desarrollo continuo. A diferencia de otros tipos de suelo, tiene la capacidad de retener una cantidad adecuada de agua, lo que resulta efectivo para la circulación de las raíces. De esta manera, la planta crece en condiciones propicias y saludables. (Coddica, 2018 pág. 1)

### *2.8.5.3 Turba*

Las turberas, compuestas por plantas parcialmente descompuestas y restos de musgo, se clasifican como plantas fosilizadas. Estas sustancias se categorizan en turba rubia y turba negra, dependiendo del nivel de descomposición; la turba rubia muestra un menor grado de descomposición y suele ser empleada con frecuencia como sustrato debido a sus favorables propiedades fisicoquímicas. (Escobar et al, 2009, pág. 20)

Al ser un material que se usa con otras sustancias para mantener su pH en el rango de 5 a 6 puntos, presenta una densidad entre 0,05 y 0,15 g/ml. (Pinzón, 2012, pág. 44). La USDA (1975, pág. 102) menciona que grandes volúmenes de desechos orgánicos se acumulan, dando origen a la formación de turberas, un entorno saturado de agua que crea condiciones de descomposición

anaeróbica, lo que retrasa la descomposición de los restos vegetales, acumulados en capas densas. Esto implica la presencia de hiscosol, un organismo orgánico relacionado con el proceso.

#### 2.8.5.4 *Tierra agrícola*

En el contexto de la productividad, el término "tierra agrícola" se usa para describir un tipo específico de tierra apta para plantaciones y cultivos, o para la actividad agrícola. El suelo agrícola debe ser fértil para sustentar el crecimiento y desarrollo de diversos tipos de cultivos que luego son cosechados y utilizados por las personas; por su composición, el suelo agrícola debe ser apto para las personas. El suelo agrícola debe contener nutrientes esenciales como nitratos, amonio, fósforo, potasio, sulfato, magnesio, calcio, sodio y cloruro, así como otros elementos como hierro, cobre y manganeso, aunque este último debe estar presente en pequeñas proporciones. Estos nutrientes pueden mejorarse y añadirse artificialmente mediante fertilizantes, que se aplican en las áreas que lo necesitan más. Como se ingiere junto con los alimentos cultivados, es crucial que los fertilizantes utilizados sean seguros. (EcuRed, 2015, pág.1)

## 2.9 Variables dasométricas

La medición de variables dasométricas es esencial para la gestión forestal y generalmente se lleva a cabo mediante muestreos en el terreno, que sirven como base para establecer un inventario forestal específico. Este proceso implica considerar un nivel de error aceptable y un grado de incertidumbre, según lo indicado por Cruz et al. (2010, págs. 75-97). Sin embargo, este enfoque tradicional implica invertir tiempo y recursos significativos en la obtención de parámetros biofísicos del bosque, como área basal, volumen maderable, biomasa total y densidad, como se destaca en Hawbaker et al. (2010, págs. 313-326).

Variables dasométricas como la altura de los árboles, el área basal de la copa, la densidad, el diámetro, la altura del cuello (DAC), el número de hojas y la clasificación de grupos de especies, según Van Aardt (2008, págs. 1033-1044), son características valiosas en las evaluaciones ambientales. Estas variables son fundamentales para definir, a través del uso de modelos, la cantidad de biomasa o el volumen de madera en los bosques, como señalan Navarro et al. (2010, págs. 61-69).

## 2.10 Diseño de bloques completamente al azar (DBCA)

Gutiérrez (2015, págs. 5-6) afirma que el diseño de bloques completos al azar tiene dos fuentes de variación, las cuales son: tratamientos y bloques (repeticiones), este es un modelo estadístico en

el que se distribuyen unidades experimentales en grupos o bloques también llamados repeticiones, de tal modo que estas unidades experimentales dentro de cada bloque sean homogéneas, pero entre grupos haya cierta heterogeneidad.

Y que el número de unidades experimentales que se encuentren dentro de un bloque sea el mismo de tratamientos que se está investigando (Gutiérrez, 2015, págs. 5-6). Los tratamientos son designados aleatoriamente a las unidades experimentales dentro de cada repetición. Se denomina bloques completos al azar a este diseño experimental ya que todos los tratamientos aparecen representados en cada una de las repeticiones del experimento.

## **2.11 Pruebas Paramétricas y no Paramétricas**

Las pruebas estadísticas se dividen en dos grupos, las paramétricas y no paramétricas. Una vez definidos con claridad estos aspectos señalados se deberán establecer a cuál de los dos conjuntos pertenece la prueba. Hay que considerar la escala de medición de las variables, donde las pruebas estadísticas paramétricas son las cuantitativas y las no paramétricas las variables cualitativas y cuantitativas continuas. (Flores, Miranda y Villasís, 2017, pág. 4)

Un requisito importante para seleccionar la prueba estadística paramétrica es la distribución de los datos; esta prueba solo se debe utilizar cuando los datos muestran una distribución normal (semejante a la curva de Gauss). Para determinar el tipo de distribución existen varias pruebas estadísticas como Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wilk o sesgo y curtosis (Flores, Miranda y Villasís, 2017, p. 4). En caso de que se comprobase que los datos no siguen una distribución normal, se deberá elegir una de las pruebas no paramétricas. (Flores, Miranda y Villasís, 2017, pág. 4)

### ***2.11.1 Condiciones de parametricidad***

Cuando se quiere evaluar el grado de asociación o independencia entre una variable cuantitativa y una variable categórica el procedimiento estadístico inferencial recurre a la comparación de las medias de las distribuciones de la variable cuantitativa en los diferentes grupos establecidos por la variable categórica. Si ésta tiene solo dos categorías, la comparación de medias entre dos grupos independientes se lleva a cabo por el test t de Student, pero si se tiene tres o más categorías, la comparación de medias entre tres o más grupos independientes se realiza a través de un modelo matemático como es el análisis de la varianza (ANOVA). (Rubio y Berlanga, 2012, pág. 85)

En los dos casos, las pruebas estadísticas requieren ciertos requisitos previos: la distribución normal de la variable cuantitativa en los grupos que se comparan y la homogeneidad de varianzas en las poblaciones de las que proceden los grupos; su no cumplimiento conlleva la necesidad de recurrir a pruebas estadísticas no paramétricas. (Rubio y Berlanga, 2012, pág. 85)

Requisitos de parametricidad:

#### *2.11.1.1 Variable numérica*

La variable de estudio (la dependiente) debe estar medida en una escala que sea al menos de intervalo e, idealmente, de razón. (Rubio y Berlanga, 2012, págs. 85-86)

#### *2.11.1.2 Normalidad*

La distribución normal o gaussiana es la distribución teórica estudiada y su importancia se debe fundamentalmente a la frecuencia con la que distintas variables asociadas a ciertos fenómenos naturales o cotidianos siguen esta distribución. (Rubio y Berlanga, 2012, págs. 85-86)

#### *2.11.1.3 Homocedasticidad (homogeneidad de varianzas)*

Las varianzas de la variable dependiente en los grupos que se comparan deben ser aproximadamente iguales. Por ello uno de los pasos previos a la comprobación de la existencia de diferencias entre las medias de varias muestras es determinar si las varianzas en tales muestras son iguales, es decir, comprobar si se cumple la condición de homogeneidad de varianzas, ya que del cumplimiento de esta condición dependerá la formulación que empleemos en el contraste de medias. Existen varias pruebas que permiten comprobar la igualdad de varianzas como son: (F de Fisher, Fmax de Hartley, prueba de Bartlett, Levene. Estas pruebas nos permitirán comprobar que las varianzas de la variable dependiente en los grupos que se comparan sean aproximadamente iguales. (Rubio y Berlanga, 2012, págs. 85-86)

### ***2.11.2 Tipos de pruebas paramétricas***

#### *2.11.2.1 Prueba ANOVA*

ANOVA es la abreviatura de análisis de la varianza. Es una prueba estadística desarrollada para realizar simultáneamente la comparación de las medias de más de dos poblaciones. A la asunción

de Normalidad debe añadirse la de la homogeneidad de las varianzas de las poblaciones a comparar. Esta condición previa de aplicación se verificará estadísticamente con una de las opciones de la configuración del ANOVA.

Se deberá introducir la variable que se desea analizar (variable dependiente) así como la variable que define los grupos objeto de comparación (factor). Si del ANOVA resultase el rechazo de la hipótesis nula de igualdad de medias, se debe proseguir el análisis con la realización de los contrastes a posteriori (post hoc). (Rubio y Berlanga, 2012, pág. 88)

#### *2.11.2.2 Prueba de Tukey*

Según Fallas (2012, pág. 20) la prueba de Tukey es muy parecida a la prueba t de student en cuanto a que se calcula una sola diferencia para realizar todas las comparaciones entre las medias; además que también es similar a la prueba de Duncan y de Newman-Keuls en cuanto a que el valor de esta diferencia depende del número de comparaciones que se realice.

Una desventaja de la prueba de Tukey es que es la más inconsistente de entre las pruebas utilizadas para realizar comparaciones múltiples. Esto significa que su veredicto cambiará de experimento a experimento aun cuando no varíen las diferencias entre tratamientos, los grados de libertad o el de cuadrado medio del error.

### ***2.11.3 Tipos de pruebas no paramétricas***

#### *2.11.3.1 Prueba de Friedman*

Es una extensión de la prueba de Wilcoxon para introducir datos registrados en más de dos períodos de tiempo, con un individuo de cada grupo que ha sido asignado aleatoriamente a una de las tres o más condiciones. (Gómez et al, 2003, pág. 98)

La prueba verifica los rangos de los datos generados en cada período de tiempo para definir si las variables comparten la misma distribución continua de su origen. Es muy útil cuando la variable dependiente es continua pero su distribución se encuentra sesgada. (Gómez et al, 2003, pág. 98)

#### *2.11.3.2 Porcentaje de germinación*

Para obtener el porcentaje total de emergencia se tiene que contabilizar todas las plántulas emergidas hasta el último día de la evaluación. Para obtener el resultado se divide el número total de plántulas que han germinado entre el número total de semillas sembradas, el resultado de esta división finalmente se multiplicará por cien. (García et al., 2022, pág. 138)

### *2.11.3.3 Regeneración natural*

Barthon (2012, pág. 7) menciona que la regeneración natural hace referencia a las plántulas que brotan de las semillas que germinan dentro del dosel, permitiendo que las especies del bosque vuelvan a habitar las áreas antiguas. La regeneración natural es la base principal para la restauración y continuidad de las especies que habitan en los ecosistemas. Debido a la denominada “dinámica de regeneración natural” se conserva la gran diversidad de especies., esta dinámica es de suma importancia en la conservación y manejo de los recursos forestales tropicales.

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Enfoque de investigación

Propone un enfoque cuantitativo para evaluar variables como el diámetro a la altura del cuello, la altura y el número de hojas. El estudio se centra en identificar una opción óptima para la regeneración de *M. pastazaensis*, una especie actualmente en proceso de recuperación debido a la sobreexplotación por la tala excesiva.

Se llevaron a cabo tres tratamientos pre-germinativos y se emplearon tres sustratos para la propagación sexual, con el objetivo de determinar cuál de los tratamientos favoreció un mayor crecimiento y desarrollo. Es relevante destacar que todos los sustratos utilizados son económicamente accesibles, lo que permite la producción de plantas de calidad a costos reducidos. Este estudio se llevó a cabo en un vivero ubicado en la Parroquia San Vicente de Huaticocha, Cantón Loreto, Provincia de Orellana.

#### 3.2 Nivel de investigación

Se trata de una investigación de naturaleza descriptiva, dado que se examinaron las variables morfológicas distintivas.

##### 3.2.1 Alcance de la investigación

Con la finalidad de identificar qué tratamiento ofrece las condiciones más favorables para la multiplicación de *M. pastazaensis*, se llevó a cabo la evaluación de las características morfológicas, como el Diámetro a la Altura del Cuello de la plántula (DAC), la altura y el número de hojas.

Asimismo, se analizó el desarrollo de los diferentes sustratos y se determinó el porcentaje de germinación para los tratamientos pre germinativos. El objetivo exitoso consistiría en lograr la propagación exitosa de las 189 semillas empleadas a nivel de vivero mediante métodos de reproducción sexual.

### **3.3 Diseño de la Investigación**

Se realizó la evaluación de las características morfológicas utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar con un arreglo bifactorial. Este diseño constó de 3 bloques, con 9 tratamientos. Los datos correspondientes a las variables evaluadas se recolectaron en dos momentos distintos: a los 60 y 120 días después de la germinación.

#### **3.3.1 Según las intervenciones en el trabajo de campo**

Se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con estructura bifactorial, en un vivero ubicado en la Parroquia El Triunfo. El DBCA es una metodología experimental que posibilita el control de la variabilidad que puede surgir en el estudio debido a factores externos no controlados, tales como las fluctuaciones en las condiciones ambientales o las diferencias en el material de siembra.

En este contexto, se procuró minimizar los efectos de estas variables al dividir el vivero en bloques que eran homogéneos en términos de condiciones de luz, humedad y temperatura. Posteriormente, se asignaron de manera aleatoria los tratamientos (tipos de sustrato y tratamientos pre germinativos) a cada bloque, asegurando que cada tratamiento se aplicara en un número igual de bloques. De esta manera, se logró obtener resultados precisos y confiables al evaluar la eficacia de los diferentes tratamientos en la propagación sexual de *M. pastazaensis*.

#### **3.3.2 Tipo de estudio**

La investigación adoptó un enfoque experimental con la manipulación de variables, siendo la variable independiente la combinación de tres tipos de sustratos y tres tratamientos pre germinativos implementados en el experimento. Se llevaron a cabo mediciones de la variable dependiente, que consistió en el porcentaje de germinación de las semillas de *M. pastazaensis*, la altura, el DAC y el número de hojas.

Con el fin de asegurar una distribución equitativa de las semillas en los distintos tratamientos, se empleó un diseño de bloques completos al azar en un vivero. Cada tratamiento se replicó tres veces para garantizar la validez y la precisión de los resultados obtenidos. Los datos recopilados se sometieron a análisis de varianza, y cuando hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos se aplicó la prueba a priori de Tukey.



### 3.4 Materiales y métodos

#### 3.4.1 Características del lugar

##### 3.4.1.1 Localización del área de estudio

La investigación se desarrolló en la parroquia San Vicente de Huaticocha, ubicada en la provincia de Orellana. Durante este proceso, se estableció un vivero temporal con el propósito de llevar a cabo la propagación sexual de la especie forestal bajo estudio, tal como se representa en la ilustración adjunta.



**Ilustración 3-1:** Ubicación del trabajo de TIC

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

##### 3.4.1.2 Ubicación geográfica

Según el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial San Vicente de Huaticocha en 2015 menciona:

Lugar: parroquia San Vicente de Huaticocha, cantón Loreto, provincia de Orellana.

Latitud: 02° 25' 180"

Longitud: 99° 19' 372"

Altura: 850 msnm.

Temperatura media: alrededor de 25 °C, aunque se han registrado temperaturas máximas de hasta 42 °C

Precipitación anual: Fluctúa entre 3.000 y 4.000 mm.

Humedad anual: varía entre el 85% y el 95%.

#### *3.4.1.3 Superficie y Límites*

Según el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial San Vicente de Huaticocha (2015) la parroquia cuenta con una superficie de 19648,41 has, que representa el 9,15 % del territorio cantonal. Sus límites son:

Norte: con las parroquias de San José de Payamino y Ávila Huiruno.

Sur: con la provincia de Napo y la parroquia San José de Dahuano.

Este: con las parroquias Ávila Huiruno y San José de Dahuano.

Oeste: con la Provincia de Napo.

#### *3.4.1.4 Clasificación ecológica*

*Según el Sistema de Clasificación Ecológica del Ecuador Continental, conforme a los datos suministrados por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) en 2012 la clasificación ecológica de la parroquia de Huaticocha, se distribuye en 3 ecosistemas: Bosque siempre verde montano bajo de Galeras. (600-1300 msnm), Bosque siempre verde pie montano sobre afloramiento de roca caliza de las cordilleras Amazónicas y Ríos y esteros continentales*

### **3.5 Materiales y equipos**

#### *3.5.1 Material biológico*

Para este estudio se utilizó 189 semillas de *M. pastazaensis* que fueron adquiridas directamente de los árboles del sector donde se encontraban, ubicadas en la parroquia El Triunfo, cantón Arajuno, provincia Pastaza.

#### *3.5.2 Materiales de campo*

Para este estudio de investigación, se emplearon materiales como costales, clavos, cañas de bambú, pambil, plástico para invernadero, láminas de plástico negro, bolsas plásticas de 28 cm x

58 cm, libreta de apuntes, lápiz, tablas de Jacaranda, serrucho, motosierra, flexómetro, alambre, machete, regadera, martillo, pala y sarán.

### 3.5.3 *Sustratos*

Tierra negra, tierra agrícola, turba orgánica, sustrato universal y tierra de bosque.

### 3.5.4 *Equipos de campo*

Pie de Rey digital STAINLESS VXS.com Bearings, Cámara Fotográfica de Iphone 11 normal, Garmin GPSmap 65 Multi-band, Medidor de temperatura del suelo (termómetro).

### 3.5.5 *Material y equipo de oficina*

Calculadora científica Casio Fx-570, Computadora LENOVO CORE 5, Flash Memory, Hojas De Papel Bond, Impresora EPSON L380, Lápiz, Esfero, Libreta De Campo, Regla.

## 3.6 *Metodología*

El propósito de la investigación fue analizar el porcentaje de germinación y el crecimiento de la especie *M. pastazaensis* en distintos sustratos, con el objetivo de identificar cuál de ellos es más propicio para su reproducción sexual en un entorno de vivero. La información recopilada en el estudio abarcó tanto aspectos cualitativos como cuantitativos, ya que se registraron datos sobre la supervivencia y la mortalidad de las plántulas, así como las características específicas de cada una en los diferentes sustratos.

### 3.6.1 *Variables en estudio*

**Tabla 3-1:** Variables evaluadas en esta investigación

Concepto	Categoría	Indicador	Índice
<b>Variables dependientes</b>			
Características morfológicas	Planta	Altura	cm
		Diámetro a la Altura del Cuello de la plántula (DAC)	mm
		Número de hojas	Número
<b>Variables Independientes</b>			
Sustratos			
Tratamientos pre germinativos	Semillas	Germinación	%

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

Para cumplir con los objetivos propuestos en el presente trabajo de investigación se realizaron las siguientes actividades:

### 3.6.2 Para el cumplimiento del primer objetivo: Calcular el índice de germinación por tratamiento pre germinativo de la especie identificada.

#### 3.6.2.1 Elaboración del vivero

Para llevar a cabo la investigación en cuestión, se inició con la preparación, limpieza y desinfección del área destinada para el vivero temporal. Las dimensiones de este vivero fueron establecidas en 5 metros de ancho por 8 metros de longitud.

Se utilizó agua caliente 85 °C y óxido de calcio (CAL) para desinfectar tanto el vivero como las camas de cultivo, con el propósito de prevenir la aparición de plagas y enfermedades que podrían afectar a las plantas.

#### 3.6.2.2 Construcción del vivero temporal.



**Ilustración 3-2:** Armado de la infra estructura y construcción de los bloques para el diseño DBCA  
Realizado por: Aguilar, B., 2024.

La edificación del vivero temporal se llevó a cabo utilizando elementos cercanos al entorno de investigación. Se empleó madera de *Jacaranda copaia* en la edificación de la estructura, y se aplicó un plástico transparente de invernadero, con sarán alrededor, para mantener una temperatura uniforme similar al hábitat de propagación de *M. pastazaensis*.

Se usó como materia prima 21 tablas de 12 cm alto, 50 cm de ancho, 3 m de largo. En cada bloque se usaron 6 tablas para cada bloque; en cada bloque se usaron 4 tablas para la base, para las divisiones de cada cajón (tratamiento) se usaron 3 tablas, 10 tablillas con 12 cm de alto, 50 cm de ancho y 50 cm de largo, 6 largueros con 12 cm de alto, 6 m de largo y 50 cm de ancho. Para los palos base que sostienen los bloques se utilizaron 6 palos en total, con medidas de 10 cm de ancho, 10 cm de largo y 1,3 m de alto; y para los largueros base se utilizaron 5 con medidas de: 2 m de largo, 10 cm de alto y 10 cm de ancho y para los tabloncillos que sostenían todos los 3 bloques se utilizaron 15 con medidas de: 1,3 m de alto, 10 cm de ancho y 10 cm de largo.

La esterilización de la zona interior del vivero temporal y de las camas de germinación se llevó a cabo empleando cal agrícola, la cual se dispersó de manera completa en toda la superficie. El objetivo del proceso era disminuir la presencia de patógenos como hongos, bacterias y nemátodos.

### 3.6.2.3 *Obtención del material*

Las semillas de *M. pastazaensis* fueron adquiridas directamente de los árboles del sector donde se encontraban, ubicadas en la parroquia El Triunfo, cantón Arajuno, provincia Pastaza.

### 3.6.2.4 *Peso seco del material (semillas)*

Para obtener el peso seco de las semillas se realizó lo siguiente:

- Se colocaron 2 semillas en 2 muestras diferentes
- Se procedió a pesar cada muestra en la balanza (para obtener su peso con humedad); obteniendo los siguientes resultados:  
Muestra 1 = 1,44 gramos y Muestra 2 = 1,39 gramos
- Posterior a esto, se colocó las dos muestras en la estufa en 105° C durante 24 horas.
- Después de haber pasado las 24 horas se procedió a pesar cada muestra en la balanza, obteniendo los siguientes resultados:  
Muestra 1 = 0,99 gramos y Muestra 2 = 0,98 gramos

### 3.6.2.5 *Porcentaje de humedad del material (semillas)*

Se calculó el porcentaje de humedad de cada muestra:

$$\% H = (Ph - Ps / Ps) \times 100$$

Siendo:

% H = Porcentaje de Humedad

Ph = Peso húmedo de la semilla

Ps = Peso anhidro de la semilla, obtenido por desecación en estufa a una temperatura de 105°C

- Muestra 1

$$\% H = (Ph - Ps / Ps) \times 100$$

$$\% H = (1,44 \text{ g} - 0,99 \text{ g} / 0,99 \text{ g}) \times 100$$

$$\% H = 45,45$$

- Muestra 2

$$\% H = (Ph - Ps / Ps) \times 100$$

$$\% H = (1,39 \text{ g} - 0,98 \text{ g} / 0,98 \text{ g}) \times 100$$

$$\% H = 41,84$$

Lo ideal es que debe obtener un porcentaje de 7 a 15 %

### 3.6.2.6 Selección de las semillas



**Ilustración 3-3:** Extracción de semillas

Realizado por: Aguilar, B., 2024.



**Ilustración 3-4:** Semillas con las mejores características físicas

**Realizado por:** Aguilar, B., 2024.

Es necesario llevar a cabo la clasificación de las semillas, destacando aquellas de mayor tamaño y eliminando las que tengan dimensiones inferiores a 1 cm, así como las que presenten signos de pudrición o carezcan de embrión.

#### *3.6.2.7 Clasificación de las semillas*

Después de adquirir las semillas, se llevó a cabo su categorización, utilizando como criterios su forma y color. Luego, se seleccionaron las semillas de mayor calidad para el estudio, descartando aquellas que presentaban signos de plagas o enfermedades.

#### *3.6.2.8 Preparación de los tratamientos pre germinativos*

Semillas desinfectadas con agua destilada por 48 horas: Se llevó a cabo la esterilización de 63 semillas utilizando agua destilada. Las semillas se dispusieron en una caja Petri, donde se colocó una servilleta debajo y encima de ellas. Después, se añadió agua destilada y se mantuvieron en esta condición durante 48 horas.

Semillas secadas al sol por 48 horas: Se colocó 63 semillas directamente al sol por el lapso de 48 horas, para evitar la contaminación de las mismas se colocaron sobre un plástico.

Testigo: Para este tratamiento no se necesitó realizar nada; 63 semillas fueron extraídas del fruto y se las colocó directamente en el sustrato correspondiente.

### 3.6.2.9 *Aplicación de los tratamientos pre germinativos*

Las semillas de *M. pastazaensis*, se sometieron a tres diferentes tratamientos pre-germinativos. En el primer tratamiento (A), las semillas se expusieron directamente al sol 48 horas después de extraerse del fruto.

En el segundo tratamiento (B), se desinfectaron las semillas con agua destilada durante 48 horas; para ello, se esterilizaron en una caja Petri y se colocó sobre papel absorbente tanto debajo como encima de ellas, añadiendo agua destilada y manteniéndolas en esta condición durante el mismo periodo de tiempo.

El tercer tratamiento (C) consistió en un grupo de control, donde las semillas no recibieron ningún tratamiento pre germinativo, su propósito fue evaluar el comportamiento de las semillas frente a las sometidas a algún tratamiento pre germinativo.

### 3.6.2.10 *Porcentaje de germinación*

Para la evaluación del porcentaje de germinación de la investigación se tomaron los datos al mes y 19 días de haber realizado la siembra donde se contabilizo cuantas semillas germinaron.

$$x=(n/N) *100$$

Donde:

X= Índice de germinación

n=número de semillas germinadas

N= total de semillas plantadas

Para analizar el desarrollo de las plántulas, se recopilaron datos de las 9 unidades experimentales, cada una con 21 individuos observados, dos meses después del inicio. En este proceso, se midió la altura desde el cuello de la plántula hasta su ápice utilizando una regla, con el cuidado de evitar dañar las plantas y minimizar su estrés. Al llegar a los 4 meses, al concluir la investigación, se llevó a cabo la toma de datos.

### 3.6.3 *Factores en estudio*

Los factores en estudio se muestran a continuación en la tabla 2 y 3.



## Factor B/Tratamientos pre germinativos

**Tabla 3-2:** Especificaciones del Factor B/Tratamientos pre germinativos

Factor	Tratamiento pre germinativo
B1	Testigo
B2	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.
B3	Secado al sol durante 48 horas.

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

## Factor A/Sustratos

**Tabla 3-3:** Especificaciones del Factor A/Sustratos

Factor	Sustrato
A1	Tierra del bosque (50%) + tierra negra (25%) + tierra de sistema agroforestales (25%)
A2	Sustrato universal (100%)
A3	Turba (25%) + Tierra negra (25%) + Tierra de bosque (50%)

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

### 3.6.4 Tratamientos en estudio

Para la realización del ensayo se utilizó un Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA), como resultado se obtuvieron 9 tratamientos con 3 repeticiones.

**Tabla 3-4:** Diseño experimental bifactorial

Tratamientos	Códigos	Tratamiento pre germinativo	Sustrato
T1	A1B1	Testigo	Tierra de bosque (50%) + tierra negra (25%) + tierra de sistemas agroforestales (25%)
T2	A1B2	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.	Tierra de bosque (50%) + tierra negra (25%) + tierra de sistemas agroforestales (25%)
T3	A1B3	Secado al sol durante 48 horas.	Tierra de bosque (50%) + tierra negra (25%) + tierra de sistemas agroforestales (25%)
T4	A2B1	Testigo	Sustrato universal (100%)
T5	A2B2	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.	Sustrato universal (100%)
T6	A2B3	Secado al sol durante 48 horas.	Sustrato universal (100%)
T7	A3B1	Testigo	Turba (25%) + Tierra negra (25%) + Tierra de bosque (50%)
T8	A3B2	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.	Turba (25%) + Tierra negra (25%) + Tierra de bosque (50%)
T9	A3B3	Secado al sol durante 48 horas.	Turba (25%) + Tierra negra (25%) + Tierra de bosque (50%)

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

**3.6.5 Para el cumplimiento del segundo objetivo: Identificar el mejor tipo de sustrato con diferentes tipos de tratamientos pre germinativos para la germinación de *Magnolia pastazaensis*.**

**3.6.5.1 Preparación de los sustratos y llenados de cajones**

Para la elaboración de los sustratos se utilizaron los siguientes insumos: Tierra negra, tierra agrícola, turba orgánica, sustrato universal y tierra de bosque.

Para el sustrato 1 se colocó: tierra de bosque (50%) + tierra negra (25%) + tierra de sistemas agroforestales (25%).

Para el sustrato 2: sustrato universal (100%)

Para el sustrato 3: Turba (25%) + Tierra negra (25%) + Tierra de bosque (50%).



**Ilustración 3-5:** Preparación de S1 se utilizó tierra de bosque +tierra negra+ tierra de sistema agroforestales

**Realizado por:** Aguilar, B., 2024.



**Ilustración 3-6:** Llenado de cajón del S1

**Realizado por:** Aguilar, B., 2024.

Previo a la preparación de los sustratos, se llevó a cabo un tamizado utilizando una zaranda en la tierra de bosque, la tierra de sistemas agroforestales y la tierra negra. Este proceso tenía como objetivo eliminar raíces, grumos y piedras. La desinfección se ejecutó mediante la adición de agua caliente a una temperatura de 80°C con el fin de reducir la presencia de patógenos perjudiciales.

En la elaboración del sustrato S1 se empleó una mezcla compuesta por tierra de bosque (50%) + tierra negra (25%) + tierra de sistemas agroforestales (25%). Para la preparación del sustrato S2, se utilizó exclusivamente sustrato universal (100%), mientras que para el sustrato S3 se combinó turba (25%) + tierra negra (25%) + tierra nativa (50%). Después, se llenaron los contenedores con cada sustrato y se colocaron las semillas de inmediato.

#### *3.6.5.2 Aplicación del diseño experimental y siembra*

Se llevó a cabo la siembra mediante el método de siembra directa utilizando diversas combinaciones de sustratos y tratamientos pre-germinativos. A lo largo del proceso, se aplicó riego manual utilizando una regadera.



**Ilustración 3-7:** DBCA con arreglo bifactorial

**Realizado por:** Aguilar, B., 2024.



**Ilustración 3-8:** Siembra manual de las semillas con su respectivos sustratos y tratamientos pre germinativos.

**Realizado por:** Aguilar, B., 2024.

La disposición experimental se llevó a cabo mediante la asignación aleatoria de los 9 tratamientos, y los resultados obtenidos se reprodujeron en la cama de germinación, cada uno identificado con su código correspondiente.

Luego, se procedió a regar los 3 bloques utilizando una regadera. Las semillas fueron sembradas manualmente a una profundidad aproximada de 3 cm, asegurándose de que el sustrato cubriera completamente las semillas de *M. pastazaensis*.

### *3.6.5.3 Riego*

Se llevó a cabo el riego utilizando la metodología de la regadera, aplicando el riego cada tres días. Esta periodicidad permitió evitar el exceso de humedad en los primeros días después de la siembra, previniendo posibles daños a las semillas.

### *3.6.5.4 Deshierbes*

Se llevaron a cabo procedimientos manuales cada dos semanas, totalizando ocho intervenciones a lo largo de la investigación. El objetivo de estas acciones era eliminar la maleza y prevenir la competencia. Es importante destacar que se realizó la extracción de las malas hierbas de manera cuidadosa para evitar cualquier perjuicio al sistema radicular de las unidades experimentales.

## ***3.6.6 Para el cumplimiento del tercer objetivo: Evaluar las variables dasométricas de la especie identificada, cada 15 días después de su germinación.***

### *3.6.6.1 Toma de datos*

Aunque la tasa de germinación no fue satisfactoria, se inició el registro de datos a los 49 días después de la siembra, considerándolo un período adecuado para la germinación de la especie en cuestión. La recopilación de datos sobre variables como el diámetro a la altura del cuello de la plántula (DAC), la altura y el número de hojas de las semillas germinadas se llevó a cabo a los 2 y 4 meses después de la siembra. Además, se determinó el porcentaje total de germinación de las semillas. El cálculo se hizo con fórmulas preestablecidas: primero, se contó el número de plántulas germinadas hasta el día 49, se dividió por el número total de semillas sembradas y luego se multiplicó por 100, proporcionando así el porcentaje de germinación en el 49.

### *3.6.6.2 Tiempo de emergencia*

Se consideraron los datos desde que el hipocótilo emergió en la superficie del sustrato, y se registraron hasta transcurrir 49 días desde la siembra.

### *3.6.6.3 Registro del DAC de la plántula a los 2 y 4 meses.*

Se registraron las mediciones del diámetro a la altura del cuello de las plántulas en las 9 unidades experimentales con un calibrador digital, abarcando 63 plantas por bloque.

Estas plantas fueron evaluadas en los días correspondientes, y al llegar a los 2 meses, se midió el diámetro a la altura del cuello de la plántula con precaución, dado que los tallos de las plántulas eran muy delgados y corrían el riesgo de romperse. La toma de datos final se efectuó a los 4 meses. La manipulación de las plántulas no presentó mayores problemas en esta etapa, ya que sus tallos mostraron mayor resistencia.

#### *3.6.6.4 Registro de la variable número de hoja de las plántulas a los 2 y 4 meses.*

Se llevó a cabo la enumeración de las hojas de las plantas durante los meses correspondientes, excluyendo las hojas cotiledonares. Este conteo se realizó de manera manual mediante observación visual, prescindiendo del uso de herramientas o equipos.

#### *3.6.7 Diseño experimental*

Se implementó un diseño experimental que se ajusta a un diseño de bloques completos al azar con una disposición bifactorial. Se empleó este diseño para examinar el efecto de tres tipos de sustratos y tres tratamientos pre-germinativos, con tres repeticiones asignadas a cada tratamiento en la tasa de germinación de las semillas.

En este diseño, se distribuyeron aleatoriamente las semillas en diversos grupos de tratamiento, cada uno con una combinación única de sustrato y tratamiento pre germinativo. Luego, se evaluó la tasa de germinación de las semillas en cada grupo después de un periodo de un mes y medio.

De esta manera, fue posible analizar la eficacia de diferentes combinaciones de sustratos y tratamientos pre-germinativos en la propagación sexual de *M. pastazaensis*.

Este enfoque experimental facilitó el establecimiento de relaciones causales entre las variables independientes (sustratos y tratamientos pre-germinativos) y la variable dependiente (tasa de germinación, altura, DAC y número de hojas), lo que contribuyó a identificar las combinaciones más efectivas para la propagación sexual de la especie.

Cabe mencionar que el factor de bloqueo fue la sombra, ya que, estas especies necesitan de más oscuridad y menos luz para su propagación, por lo que, se entiende por qué el bloque 3 presentó 0 % de germinación debido a que tanto el bloque 1 y 2 se encontraban en condiciones bajo sombra mientras que el bloque 3 estaba expuesto directamente al sol.

### 3.6.7.1 Unidad experimental

La unidad experimental consto de siete sub muestras por cada tratamiento.

**Tabla 3-5:** Características del campo experimental

Número de tratamientos.	9
Número de repeticiones.	3
Número total de unidades experimentales	9
N.º de individuos por repetición:	21
N.º total de semillas del ensayo	189
N.º de semillas por bloque	63

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

### 3.6.7.2 Croquis del diseño experimental

Por cada bloque se realizó el mismo diseño aleatorizado en las mismas condiciones de luz y agua como se muestra en la tabla 6, 7 y 8, con la combinación de 9 tratamientos y 3 repeticiones.

**Tabla 3-6:** Diseño de los tratamientos del bloque 1

Bloque	Tratamiento	Planta	Tratamiento pre germinativo	Sustrato
1	5	7	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.	Sustrato universal
1	2	7	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas	Tierra de bosque+ tierra negra+ tierra de sistemas agroforestales
1	3	7	Secado al sol durante 48 horas	Tierra de bosque+ tierra negra+ tierra de sistemas agroforestales
1	4	7	Testigo	Sustrato universal
1	8	7	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque
1	6	7	Secado al sol durante 48 horas	Sustrato universal
1	1	7	Testigo	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque
1	9	7	Secado al sol durante 48 horas	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque
1	7	1	Testigo	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

**Tabla 3-7:** Diseño de los tratamientos del bloque 2

Bloque	Tratamiento	Planta	Tratamiento pre germinativo	Sustrato
2	2	7	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas	Tierra de bosque+ tierra negra+ tierra de sistemas agroforestales
2	7	7	Testigo	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque
2	3	7	Secado al sol durante 48 horas	Tierra de bosque+ tierra negra+ tierra de sistemas agroforestales
2	1	7	Testigo	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque
2	5	7	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.	Sustrato universal
2	6	7	Secado al sol durante 48 horas	Sustrato universal
2	4	7	Testigo	Sustrato universal
2	9	7	Secado al sol durante 48 horas	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque
2	8	7	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

**Tabla 3-8:** Diseño de los tratamientos del bloque 3

Bloque	Tratamiento	Planta	Tratamiento pre germinativo	Sustrato
3	4	7	Testigo	Sustrato universal
3	6	7	Secado al sol durante 48 horas	Sustrato universal
3	2	7	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas	Tierra de bosque+ tierra negra+ tierra de sistemas agroforestales
3	1	7	Testigo	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque
3	5	7	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.	Sustrato universal
3	3	7	Secado al sol durante 48 horas	Tierra de bosque+ tierra negra+ tierra de sistemas agroforestales
3	9	7	Secado al sol durante 48 horas	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque
3	7	7	Testigo	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque
3	8	7	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.	Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque

Realizado por: Aguilar, B., 2024.



### 3.6.8 *Análisis funcional*

Se propuso:

- Coeficiente de variación en porcentaje.
- Análisis (ANOVA) y la prueba de Tukey para comparar las medidas de los tratamientos y poder evaluar cuál de las dos hipótesis (alterna o nula) se acepta.

En el bloque tres, no hubo germinación en ninguno de los tratamientos, por lo que no fue posible realizar un análisis de varianza, con ninguna de las variables respuesta propuestas. Con los datos registrados se hicieron gráficos de barras para examinar las variables de altura, diámetro a la altura del cuello y número de hojas. Además, se llevó a cabo una comparación estadística descriptiva entre los distintos tratamientos dentro de los tres bloques. Dado que los resultados no coincidieron con las expectativas, se procedió a realizar una evaluación comparativa con los datos disponibles.

Se determinó:

- Resumen de los datos observados de manera concisa y significativa para facilitar su análisis.
- Condensar y exhibir un conjunto de datos a través de la combinación de tablas y gráficos descriptivos.

### 3.7 **Estadística descriptiva**

Para determinar cuál fue el mejor sustrato en la propagación sexual de *Magnolia pastazaensis* se realizó una estadística descriptiva, el primer paso se realizó un análisis de datos de las características que presentaban cada uno de los tratamientos. Luego se describieron los datos observados de forma sintética y significativa para analizarlos mejor mediante una distribución de frecuencias, una estadística descriptiva donde se representa la frecuencia de los resultados en un conjunto de datos combinando descripciones tabuladas y gráficas. Los cuadros y gráficos que se utilizaron en la distribución de frecuencias fueron: gráficos de barras y de líneas. Finalmente se tradujo estas observaciones en números que proporcionaron información de los datos para obtener un resultado final.

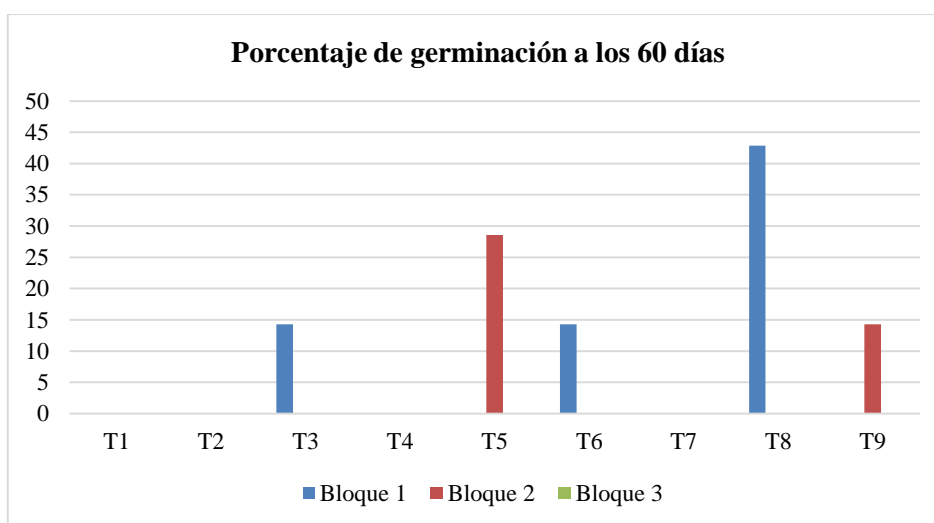
## CAPÍTULO IV

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

#### 4.1 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados.

En el bloque tres, no hubo germinación en ninguno de los tratamientos, por lo que no fue posible realizar un análisis de varianza, con ninguna de las variables respuesta propuestas. Con los datos registrados se hicieron gráficos de barras para examinar las variables de altura, diámetro a la altura del cuello y número de hojas. Además, se llevó a cabo una comparación estadística descriptiva entre los distintos tratamientos dentro de los tres bloques. Se procedió a realizar una evaluación comparativa con los datos disponibles.

##### 4.1.1 Porcentaje de germinación por tratamiento pre germinativo de *Magnolia pastazaensis* (Jaramillo y Buenaño).



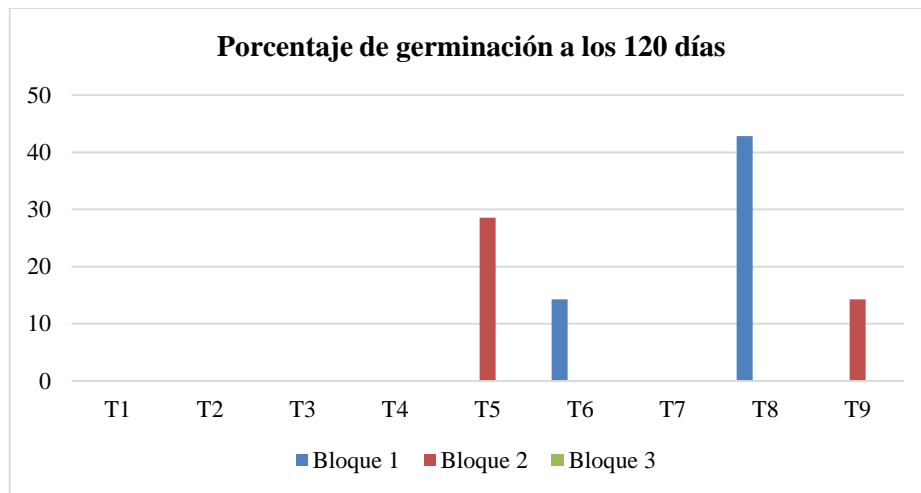
**Ilustración 4-1:** Porcentaje de germinación a los 60 días.

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

Debido a que se obtuvieron escasos resultados en términos de germinación, y estos no fueron consistentes en los mismos tratamientos entre los bloques 1, 2 y 3 (es decir, ningún resultado de los tratamientos se repitió en ninguno de los tres bloques), se llevó a cabo un análisis comparativo. Este análisis se realizó mediante un gráfico de barras, permitiendo la comparación de los resultados limitados de germinación en los tres bloques. Considerando que no se lograron resultados de germinación en el bloque 3, se procedió a realizar el análisis correspondiente para los bloques 1 y 2 de la siguiente manera:

A los 60 días en el bloque 1, el tratamiento T8 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%) exhibió el porcentaje más alto de germinación, alcanzando el valor del 42,86 %, mientras que los tratamientos T3 (secado al sol por 48 horas) + (Tierra de bosque 50%+ tierra negra 25%+ tierra de sistemas agroforestales 25%) y T6 (secado al sol por 48 horas) + (Sustrato universal 100%) registraron los porcentajes más bajos, ambos con un valor del 14,29%.

De manera análoga, en el bloque 2, el tratamiento T5 (Inmersión en agua destilada a temperatura ambiente durante 48 horas) + (Sustrato universal 100%) mostró el mayor porcentaje de germinación con un valor del 28,57%, mientras que el tratamiento T9 (Secado al sol durante 48 horas) + (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%) presentó el menor valor, con un 14,29%.



**Ilustración 4-2:** Porcentaje de germinación a los 120 días

**Realizado por:** Aguilar, B., 2024.

A los 120 días, de la misma manera no hubo germinación con ninguno de los tratamientos en el bloque 3, según se ilustra en la ilustración 9, por lo que se hizo un análisis comparativo que se llevó a cabo mediante un gráfico de barras. En esta evaluación, la planta del tratamiento T3 (secado al sol por 48 horas) + (Tierra de bosque 50%+ tierra negra 25%+ tierra de sistemas agroforestales 25%) murió, por lo que no se pudieron recopilar datos. En el bloque 1, el tratamiento T8 (Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas) + (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%) mantuvo el porcentaje más alto de germinación con el mismo valor, mientras que el tratamiento T6 (secado al sol por 48 horas) + (Sustrato universal 100%) registró el porcentaje más bajo, alcanzando un valor del 14,29%. En el bloque 2, los tratamientos que exhibieron los porcentajes más altos y bajos fueron los mismos evaluados a los 60 días, manteniendo sus respectivos valores.

#### 4.1.2 Identificación del mejor tipo de sustrato con diferentes tipos de tratamientos pre germinativos para la germinación de *Magnolia pastazaensis* (Jaramillo y Buenaño).

**Tabla 4-1:** Los mejores tipos de sustratos

Bloque	Tratamiento	Sustrato	Tratamiento pre germinativo
1	3	Tierra de bosque 50% + tierra negra 25% + tierra de sistemas agroforestales 25%	Secado al sol durante 48 horas
	6	Sustrato universal 100%	Secado al sol durante 48 horas
	8	Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.
2	5	Sustrato universal 100%	Inmersión en agua destilada, a temperatura ambiente durante 48 horas.
	9	Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%	Secado al sol durante 48 horas

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

El tratamiento que mostró el porcentaje más alto de germinación entre los cinco tratamientos evaluados, cada uno compuesto por siete unidades experimentales, fue el tratamiento T8 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque). Este tratamiento logró una germinación de 3 de las 7 semillas, destacándose como el sustrato más efectivo debido a la mayor cantidad de semillas germinadas. Sin embargo, es importante señalar que dos tratamientos compartieron el mismo sustrato (sustrato universal 100%), específicamente los tratamientos T3 y T5. A pesar de esto, el tratamiento T3 obtuvo 1/7 de germinación, mientras que el tratamiento T5 logró 2/7, posicionándolos en primer y segundo lugar respectivamente en términos de eficacia de germinación.

**Tabla 4-2:** Valores de las variables dasométricas de los tratamientos.

Bloque	Tratamiento	Altura total (cm)	DAC total (mm)	Número de hojas total
1	3	0	0	0
	6	14	3,5	9
	8	4,83	0,8	6
2	5	14,5	4	10
	9	16	4	12

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

Con el objetivo de identificar el sustrato más eficaz considerando las medidas dasométricas que incluyen la altura, el diámetro del área del cuello de la plántula (DAC) y el número de hojas, sobresale el tratamiento T9 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%). Este tratamiento exhibió la cifra más elevada en comparación con los demás tratamientos, alcanzando una altura de 16 cm, un diámetro de 4 mm en el área del cuello y presentando 12 hojas en la plántula.

**4.1.3 Evaluación de las variables dasométricas de las plántulas de *M. pastazaensis* después de su germinación.**

Para el cumplimiento del tercer objetivo se procedió hacer la comparación de los tratamientos con las variables evaluadas en los 60 y 120 días correspondientes.

**Tabla 4-3:** Variables dasométricas evaluadas a los 60 días después de la siembra

Tratamiento	Repetición	Altura total (cm)	DAC total (mm)	Número de hojas total
1	1			
2	1			
3	1	6	1	5
4	1			
5	1			
6	1	5	0,8	6
7	1			
8	1	9,50	2,43	8
9	1			
1	2			
2	2			
3	2			
4	2			
5	2	8,75	1,8	5,5
6	2			
7	2			
8	2			
9	2	10	2,1	8
1	3			
2	3			
3	3			
4	3			
5	3			
6	3			
7	3			
8	3			
9	3			
Total		34,58	6,5	29,17

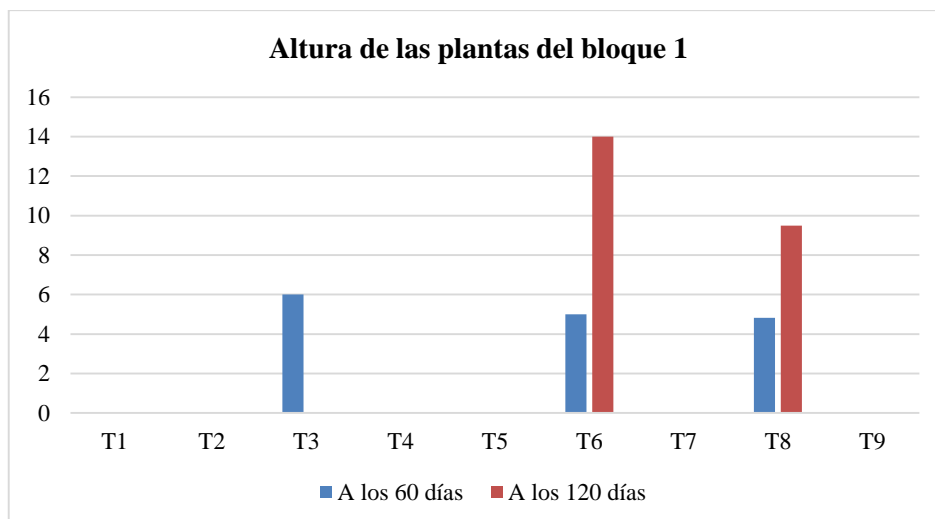
Realizado por: Aguilar, B., 2024.

**Tabla 4-4:** Variables dasométricas evaluadas a los 120 días después de la siembra

Tratamiento	Repetición	Altura total (cm)	DAC total (mm)	Número de hojas total
1	1			
2	1			
3	1			
4	1			
5	1			
6	1	14	3,5	9
7	1			
8	1	9,50	2,43	8
9	1			
1	2			
2	2			
3	2			
4	2			
5	2	14,5	4	10
6	2			
7	2			
8	2			
9	2	16	4	12
1	3			
2	3			
3	3			
4	3			
5	3			
6	3			
7	3			
8	3			
9	3			

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

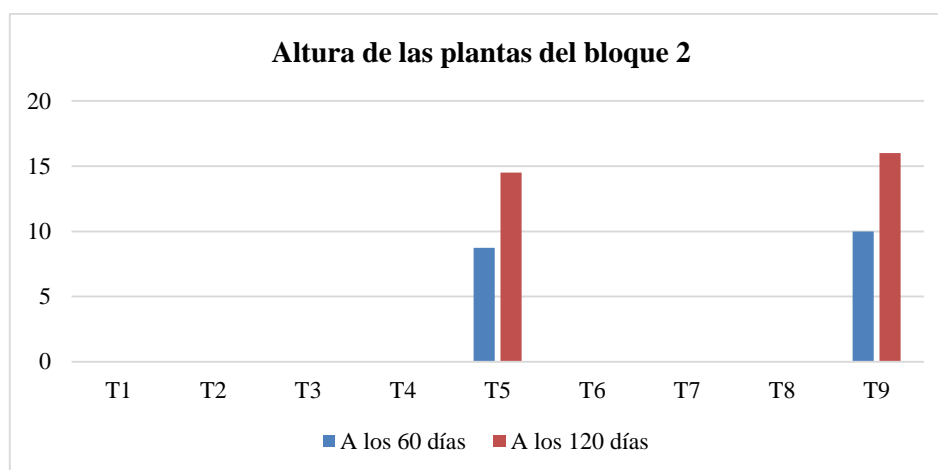
*4.1.3.1 Comparación de los tratamientos con respecto a la altura de las plántulas a los 60 y 120 días*



**Ilustración 4-3:** Altura de las plantas del bloque 1 a los 60 y 120 días

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

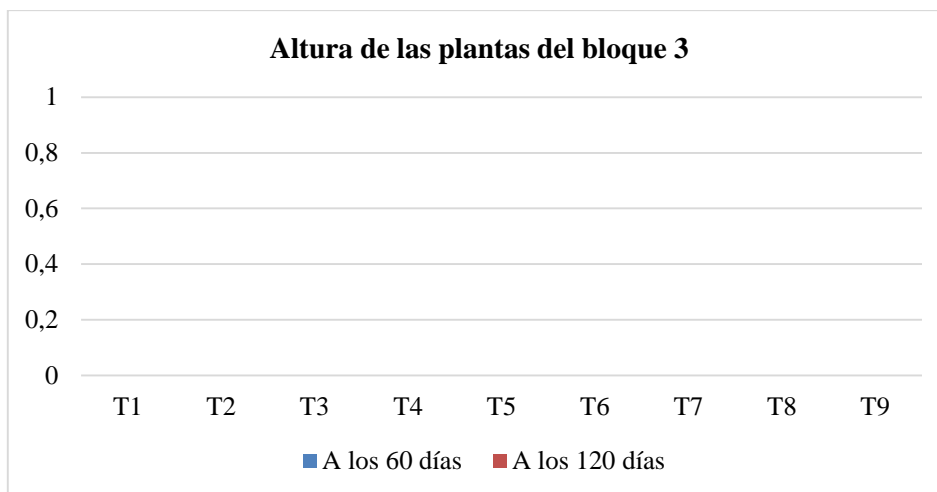
Al examinar los datos, se observó que el Tratamiento T6 (Sustrato universal 100%) mostró los mejores resultados para la propagación de la especie en el bloque 1, con valores de 5 cm a los 60 días y 14 cm a los 120 días. En contraste, el Tratamiento T8 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%) exhibió los valores más bajos, registrando 4,83 cm a los 60 días y 9,50 cm a los 120 días, como se representa en la ilustración 8.



**Ilustración 4-4:** Altura de las plantas del bloque 2 a los 60 y 120 días.

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

Así mismo, en el bloque 2, los datos analizados revelaron que el Tratamiento T9 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%) fue el más efectivo para la propagación de la especie, alcanzando valores de 10 cm a los 60 días y 16 cm a los 120 días. En cambio, el Tratamiento T5 (Sustrato universal 100%) presentó los valores más bajos en altura, con 8,75 cm a los 60 días y 14,5 cm a los 120 días, como se muestra en la ilustración 9.

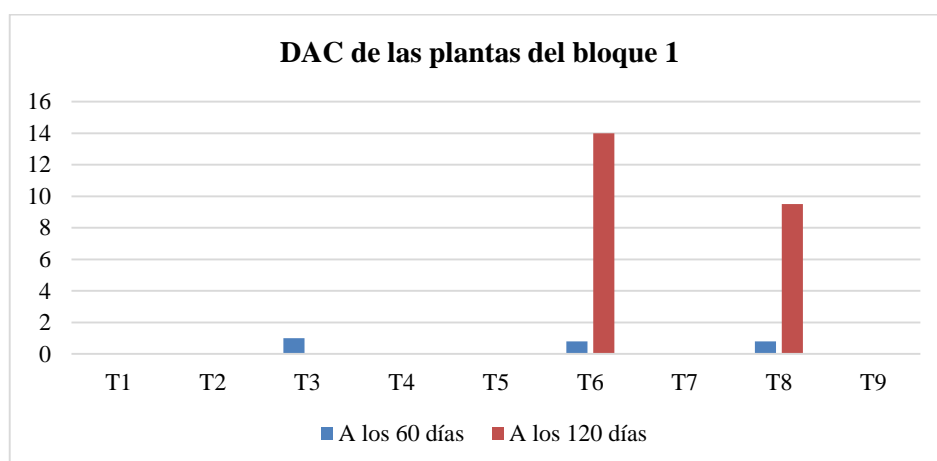


**Ilustración 4-5:** Altura de las plantas del bloque 3 a los 60 y 120 días

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

En relación al tercer bloque, resultó imposible llevar a cabo una evaluación comparativa ya que no se contó con la información necesaria; en otras palabras, no se disponía de resultados que permitieran realizar la comparación correspondiente.

#### 4.1.3.2 Comparación de los tratamientos con respecto al DAC de las plántulas a los 60 y 120 días

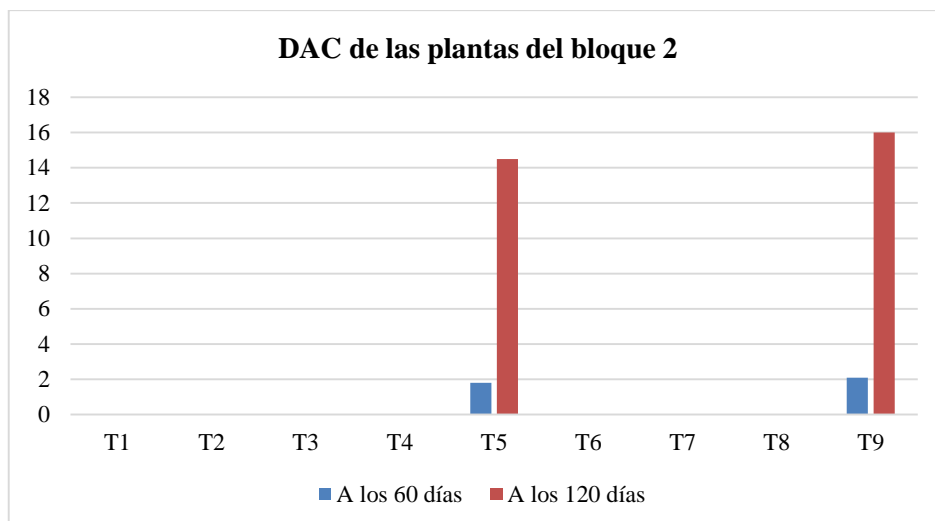


**Ilustración 4-6:** DAC de las plantas del bloque 1 a los 60 y 120 días

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

En las ilustraciones 11 y 12 en el bloque 1, se observa que el Tratamiento T6 (Sustrato universal 100%) destacó con los mejores resultados en la variable DAC, registrando valores de 0,8 mm y 3,5 mm a los 60 y 120 días respectivamente, según los datos analizados. En contraste, el Tratamiento T8 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%) mostró los valores más bajos, siendo de 0,8 mm a los 60 días y 2,43 mm a los 120 días.

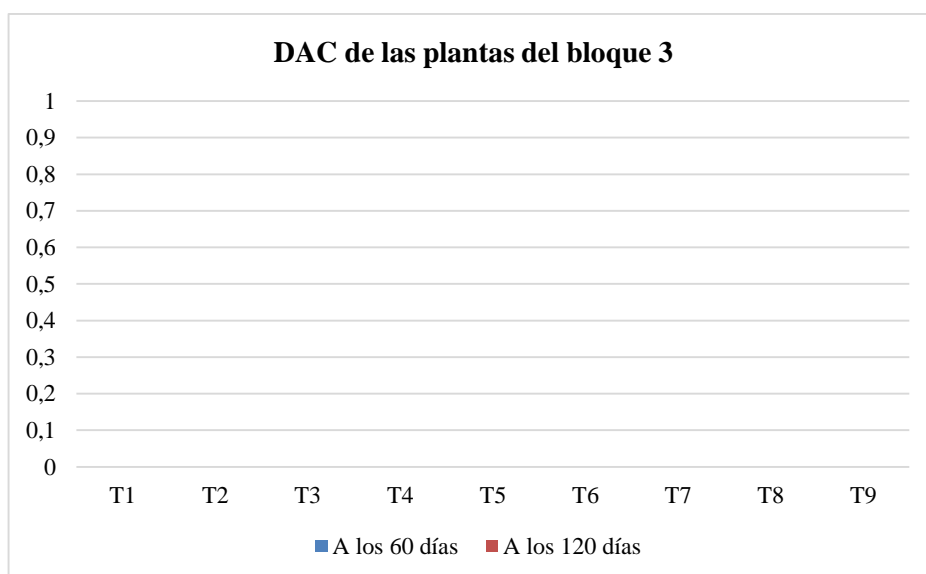




**Ilustración 4-7:** DAC de las plantas del bloque 2 a los 60 y 120 días

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

En el bloque 2, de los dos tratamientos que arrojaron resultados, es decir, el Tratamiento T5 (Sustrato universal 100%) y el Tratamiento T9 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%), ambos presentaron el mismo valor en el diámetro, alcanzando 4 mm a los 120 días. Sin embargo, en la recolección de datos a los 60 días, se observaron diferencias, siendo el Tratamiento T5 el que registró el valor más bajo con 1,8 mm.

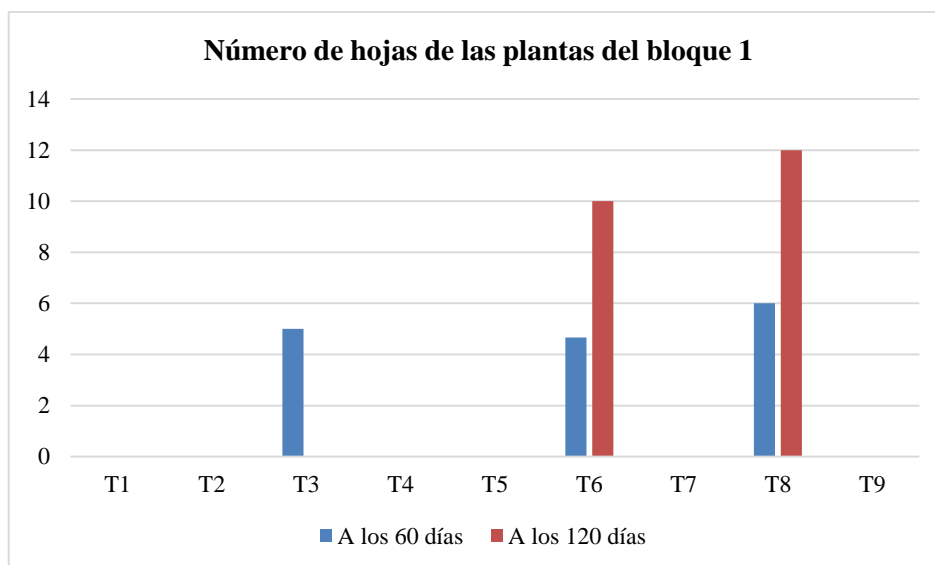


**Ilustración 4-8:** DAC de las plantas del bloque 3 a los 60 y 120 días

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

En cuanto al bloque tres, no fue factible realizar un análisis comparativo debido a la falta de resultados en relación al DAC para llevar a cabo la comparación.

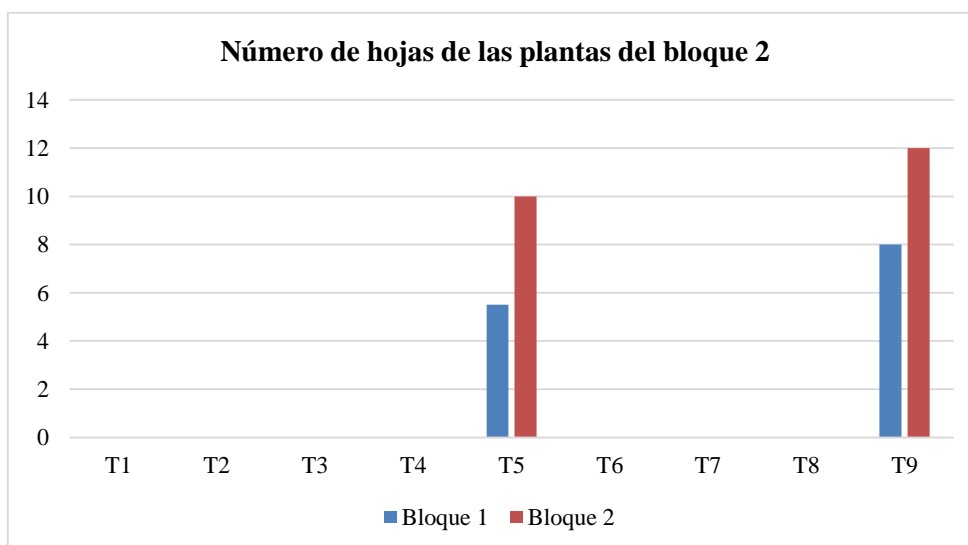
4.1.3.3 Comparación de los tratamientos con respecto al número de hojas de las plántulas a los 60 y 120 días



**Ilustración 4-9:** Número de hojas de las plantas del bloque 1 a los 60 y 120 días.

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

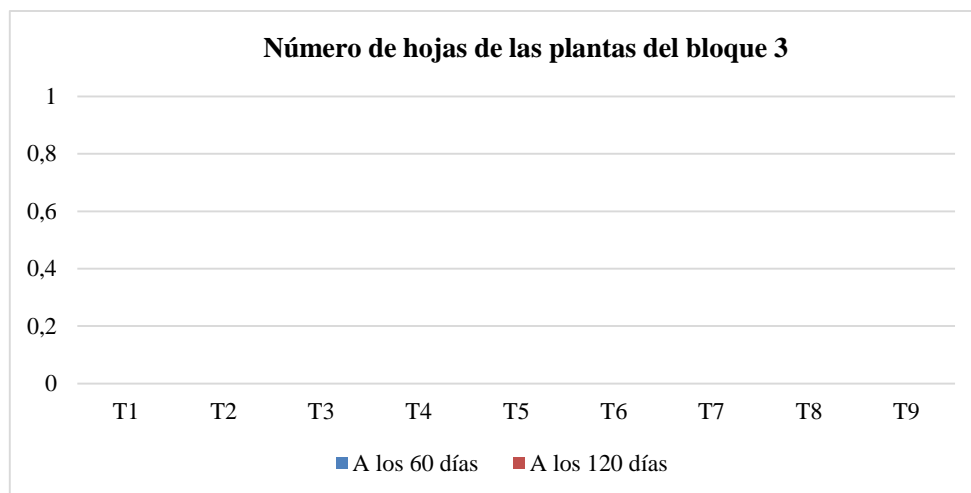
En el examen del tratamiento más efectivo para el número de hojas en el bloque 1, se determinó que el Tratamiento T6 (Sustrato universal 100%) exhibió los resultados más favorables, con 6 hojas a los 60 días y 9 hojas a los 120 días de evaluación. En contraste, el Tratamiento T8 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%) mostró los valores más bajos, registrando 6 y 8 hojas respectivamente a los 60 y 120 días, según se observa en las ilustraciones 14 y 15.



**Ilustración 4-10:** Número de hojas de las plantas del bloque 2 a los 60 y 120 días

Realizado por: Aguilar, B., 2024.

De igual manera, en el bloque 2, el análisis de los datos indicó que el Tratamiento T9 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%) resultó ser el más eficaz para la propagación de la especie, con 8 hojas a los 60 días y 12 hojas a los 120 días. En cambio, el Tratamiento T5 (Sustrato universal 100%) exhibió los valores más bajos en cuanto al número de hojas, con 5,5 hojas a los 60 días y 10 hojas a los 120 días, según se representa en las ilustraciones 14 y 15.



**Ilustración 4-11:** Número de hojas de las plantas del bloque 3 a los 60 y 120 días

**Realizado por:** Aguilar, B., 2024.

En referencia al tercer bloque, no fue posible efectuar un análisis comparativo debido a la ausencia de individuos que permitieran llevar a cabo dicha evaluación.

## 4.2 Discusión

Dentro de las pruebas piloto realizadas antes de implementar el ensayo se llevaron a cabo diversos experimentos para evaluar tratamientos pre germinativos utilizando distintos tipos de sustratos con el objetivo de fomentar la germinación de la especie *M. pastazaensis* y aumentar el número de plántulas para su inclusión en programas de conservación, reintroducción y domesticación. Algunos de estos ensayos se realizaron en entornos de laboratorio, donde las semillas fueron sometidas a diferentes tratamientos pre germinativos como:

Semillas en aserrín sometidas a refrigeración (10°C): Se llevó a cabo la esterilización del aserrín como sustrato, utilizando la autoclave durante un periodo de 20 minutos. Después de este proceso, se dispusieron 50 semillas en una bolsa ziploc junto con el aserrín esterilizado. Para concluir, se almacenaron en refrigeración durante un período de 30 días.

Semillas al ambiente en oscuridad: Se dispusieron 25 semillas en una segunda caja Petri, dejándolas en condiciones ambientales (en la oscuridad) durante un período de 48 horas. Después de este intervalo, se procedió a sumergirlas en agua destilada.

Semillas desinfectadas con agua destilada, caliente y detergente sometidas a refrigeración (10°C) por 48 horas: Se llevó a cabo la desinfección de 10 semillas mediante la utilización de agua destilada, detergente y agua caliente en un recipiente. Posteriormente, se enjuagaron con agua destilada y se dispusieron en una caja Petri, donde se colocó papel absorbente tanto debajo como encima de ellas. Luego, se añadió agua destilada y se almacenaron en refrigeración a 10°C durante un período de 1 mes.

Semillas desinfectadas con agua destilada, caliente y detergente al ambiente por 48 horas: Se llevó a cabo la desinfección de 10 semillas mediante la combinación de agua destilada, detergente y agua caliente en un recipiente. Posteriormente, se enjuagaron con agua destilada y se dispusieron en una caja Petri, con papel absorbente tanto debajo como encima de ellas. Después, se les añadió agua destilada y se procedió a dejarlas en el ambiente.

A pesar de los esfuerzos, ninguno de estos tratamientos arrojó resultados positivos. Como consecuencia, se exploraron otras opciones de tratamientos pre germinativos y sustratos para la investigación. En este contexto, se llevaron a cabo pruebas con tratamientos de inhibición en agua destilada durante 48 horas, secado al sol durante 48 horas y un grupo de control.

Los estudios de germinación a nivel de vivero realizados por Meza (2017, pág. 45), dice que las semillas de la especie de *Tabebula chrysantha*, comienzan a germinar 15 días después de la siembra, de forma natural y sin ningún tratamiento pre germinativo (testigo), esto se observó en el tratamiento T1 (Tierra 65% + arena 35%) de la investigación realizada por Meza. En la investigación antes mencionada el poder de germinación promedio en todos los tratamientos de la Magnolia oscila entre 20 y 30% de semillas frescas a los 49 días después de la siembra, mientras que es menor al 30 por ciento con semillas secas mantenidas durante un mes. En contraste, se pudo observar, en la investigación realizada con *M. Pastazaensis* que hubo un porcentaje de germinación del 4,23% en los diversos tratamientos a los 49 días después de la siembra.

Es fundamental destacar un elemento crucial en el contexto de este estudio con *M. pastazaensis*: la sombra influye como un factor determinante, según el análisis comparativo entre los bloques. En el primer bloque, se registró el mayor porcentaje de germinación debido a que permaneció constantemente bajo la sombra. El dosel de un árbol proporcionó cobertura exclusivamente a este

bloque en todo el vivero, limitando su exposición a la luz solar, lo cual favoreció la germinación de las semillas. En contraste, en el bloque 2, algunos tratamientos estuvieron bajo la sombra proporcionada por el dosel del árbol, pero el bloque también estuvo expuesto al sol, afectando así la germinación de las semillas. Por último, en el bloque 3, se observó un 0% de germinación, ya que este bloque estuvo completamente expuesto al sol, lo que resultó desfavorable para las semillas que requieren humedad y sombra. Esta condición tuvo un impacto significativo en la emergencia de las plántulas, afectando su tasa de germinación. Además, en el vivero de la ESPOCH que se encuentran actualmente 5 plantas de *M. pastazaensis* ya desarrolladas. Cuando estaban en un vivero cubierto solo con plástico, se observó que las hojas se quemaron y adquirieron un tono café. Sin embargo, al colocarlas bajo sombra, las plántulas comenzaron a recuperarse y, con el tiempo, se desarrollaron tanto en altura como en diámetro, al tipo de semillas que requieren de la sombra para su crecimiento inicial se las llama: esciófitas o no pioneras (Swaine y Whitmore, 1988, págs. 81-86)

Es importante señalar que ciertas especies pertenecientes al género *Magnolia* muestran una capacidad de regeneración superior cuando se encuentran bajo la protección de su dosel, gracias a su adaptación a la sombra y a la humedad requerida para su germinación. No obstante, la exposición directa de las semillas a la luz solar, el calor y la desecación puede ser perjudicial para su proceso de germinación y desarrollo. En consecuencia, al llevar a cabo un ensayo de germinación en un vivero para estas especies, se recomienda implementar medidas preventivas como el uso de plástico y mallas, tanto en los lados como en la parte superior del vivero, con el fin de evitar la exposición directa de las semillas a los rayos solares. Es esencial tener presente que la gestión adecuada de la sombra desempeña un papel crucial en la producción de plántulas, ya que protege a las semillas y a las plantas jóvenes de los efectos perjudiciales de la luz solar, las fluctuaciones de temperatura, la desecación, las lluvias intensas, las heladas y el granizo, especialmente en áreas específicas (Haas-Tzuc et al, 2019, pág. 2).

El tratamiento pre germinativo con más éxito para *M. pastazaensis* fue las semillas en el tratamiento T5 y T8 que estuvieron en inmersión en agua destilada a temperatura ambiente durante 48 horas ya que se obtuvieron 5 semillas germinadas de 8, siendo 8 el número total de semillas germinadas, lo que nos representa un 2,65%. Por otra parte, el tratamiento pre germinativo con menor germinación fueron los tratamientos T3, T6 y T9 (semillas secadas al sol por 48 horas) con un valor de 1,59%.

Según la investigación de Vásquez (2008, pág. 18) para la producción sexual de *M. schiedeana* el tratamiento que presentó mayor tasa de germinación fue el de escarificación mecánica con

imbibición en agua a temperatura 30°C y remojo en agua durante 48 horas, comparando su estudio con nuestra investigación podemos decir que las semillas en remojo durante 48 horas es un tipo de tratamiento pre germinativo efectivo para la germinación de estas especies, ya que, al remojar las semillas en agua el proceso de hidratación de las semillas y su activación se acelera, ayudándoles a romper las defensas naturales de las semillas permitiéndoles germinar en menos tiempo. Torres et al., (2018, pág. 25) menciona que el agua también es un excelente promotor de la germinación, el cual obtuvo un 47,2% de germinación cuando aplico el tratamiento pre germinativo de inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, a los 15 días después de la siembra, esto se debe principalmente a que el agua activa algunos procesos metabólicos como la elongación celular y aparición de la radícula.

Se determinó que en este estudio el mejor sustrato para la propagación de la especie forestal *M. pastazaensis* fue el tratamiento T8 conformado por (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%) dándonos un valor de 3/7, lo que equivale a 1,59% de semillas germinadas, sin embargo, el tratamiento T3 y T5 compartieron el mismo sustrato (universal 100%) pero con un menor porcentaje de germinación, siendo los valores de 1/7 y 2/7 correspondientes. Pero es importante destacar que el sustrato que logró el mayor valor en cuanto a las medidas de las variables dasométricas fue el T9 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%), con valores de altura 16 cm, DAC 4 mm y número de hojas 12.

Román et al., (2013, pág. 99) mencionan que el sustrato al contener una buena estructura, retención de humedad, circulación de agua, macro y micronutrientes, proporciona mayor fertilidad al sustrato. Esto explica, que, en este estudio las plántulas de *M. pastazaensis* presentaran un mejor desarrollo a los 120 días después de la siembra, llegando a obtener mayor crecimiento del DAC, altura y número de hojas en el sustrato del tratamiento T9 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%) con valores de altura 16 cm, DAC 4 mm y número de hojas 12.

El sustrato que presentó mayor porcentaje de supervivencia fue el T8 (Turba+ Tierra negra+ Tierra de bosque) con un valor de 3 plántulas lo que equivale a un porcentaje 2,65%, ya que, sus sustratos brindaron buena aireación, equilibrada retención de humedad, brinda consistencia para cada uno de los componentes. De acuerdo con el autor (Rodríguez, 2002) señala que para alcanzar una mejor germinación los sustratos se deben conservar en humedad. En los estudios de (Doria, 2010) menciona que para obtener plantas sin ninguna enfermedad se debe tener conocimiento de varios factores como es sembrar en un tiempo y lugar adecuado que posean las necesidades y condiciones óptimas para el desarrollo de estas evitando tener plantas con plagas y enfermedades. En algunas ocasiones sucede que existe las mejores condiciones para la germinación y no

germinan, esto se debe a varias causas entre ellas está el daño mecánico al momento de su recolección o al mal almacenamiento de las semillas, otra causa es por la inmadurez de la semilla (Martínez y Álvarez, 2010).

Por otra parte, el sustrato que presentó menor supervivencia se identificó el T3 (Tierra de bosque+ tierra negra + tierra de sistemas agroforestales), T6 (Sustrato universal) y T9 (Turba + Tierra negra + Tierra de bosque) dándonos un valor de 1 planta por tratamiento, lo que equivale a 0,53%, debido a que presentó una alta compactación y esto ocasionaba que el agua administrada se quedara superficialmente ocasionando el amarillamiento de las hojas de las plántulas, esto fue un factor muy importante que influyó en el crecimiento en la altura y desarrollo de las hojas de las plántulas. De igual forma concuerda con Mosquera (2010, pág. 8) que menciona que tierra negra, absorbe más radiación solar, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes.

En cuanto a la altura de las plántulas de *M. pastazaensis* podemos observar en la investigación ejecutada que la altura máxima obtenida fue de 16 cm en el tratamiento 9, esto se observó a los 120 días después de su siembra con lo cual se puede comparar los resultados con Vázquez et al. (2020, págs. 1-5) que tuvo algunos resultados similares en lo que podemos decir que la investigación tiene sentido con el autor mencionado.

El factor tratamiento pre germinativo y sustrato influyó sobre el crecimiento del diámetro a la altura del cuello y en altura de la especie en estudio, mostró su acción en los periodos iniciales hasta los 120 días después de la siembra. El sustrato del T9 formado por la mezcla de turba (25%) + Tierra negra (25%) + Tierra de bosque (50%) contribuyeron para alcanzar mayor crecimiento de las plántulas con un valor de 4 mm.

El factor sustrato influyó en el número de hojas a partir de los 120 días después de la siembra. La presencia de hojas falsas y verdaderas son indicadores de eficiencia del sustrato, son los órganos que mejor representan el estado nutricional de las plantas producto del contenido y disponibilidad de nutrientes en los sustratos (Floss, 2006). La mayor cantidad de hojas se presentó en el T9 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%), el cual presentó un número de hojas de 12 en total. En otra investigación realizada por el autor Chicaiza (2022, pág. 28) en un tratamiento que utilizó en su investigación para la propagación de *M. grandiflora* compuesto por un sustrato de Humus (50%) + tierra negra (50%) y el enraizante de Aloe vera alcanzó mayor número de hojas en 150 días con un valor de 7 hojas en total. Por ende, según los datos analizados tanto para la investigación de Chicaiza (2022) y para ésta, el mejor tipo de sustrato en cuanto a la variable "número de hojas" es el que contiene tierra negra, para este caso sería el T9, ya que, en

este tipo de sustrato la turba favorece el desarrollo de las raíces, mientras que la tierra negra fomenta el crecimiento de las hojas y la tierra de bosques ayuda a absorber la humedad y liberarla lentamente.

Otro de los factores que influye en el desarrollo es la temperatura como lo afirma Lynn C. (1996 pág. 20), ya que la temperatura adecuada era de 23°C, y el sitio donde se realizó el vivero para su propagación tenía una temperatura de 25°C; tanto la temperatura como la humedad son muy importantes para el desarrollo de la planta, a nuestro ensayo faltó mejorar las condiciones para tener mejores resultados.

Es importante destacar que las semillas recolectadas en diciembre y utilizadas en los tratamientos pre-germinativos mostraron un rendimiento superior en términos de germinación en comparación con aquellas recolectadas en febrero. De acuerdo con la información del Global Modeling and assimilation (GMAO) en 2022, la temporada templada en Puyo abarca 4 meses, desde el 12 de octubre hasta el 16 de febrero, con una temperatura máxima diaria promedio superior a los 28°C. Noviembre se destaca como el mes más cálido, con una temperatura máxima promedio de 28°C y mínima de 20°C. Por otro lado, la temporada fresca tiene una duración de 2 a 3 meses, comprendida entre el 1 de junio y el 11 de agosto, con una temperatura máxima diaria promedio inferior a los 26°C. El mes más frío en Puyo es julio, con una temperatura mínima promedio de 18°C y máxima de 25°C. En virtud de estas condiciones climáticas, las semillas no alcanzan su estado óptimo. Durante su fase verde, las semillas experimentan un período de dormancia que abarca de junio a octubre, mientras que cuando adquieren un color rojo, están listas para la germinación, proceso que ocurre entre noviembre y mayo.

Se pudo observar que los hongos les sirven a las semillas como medio para la escarificación natural y así, la semilla absorbe agua y comienza el proceso de germinación, pero si no germina en un corto período de tiempo, los hongos penetran y degradan el interior de la semilla. (Vovides y Gutiérrez, 1996, pág. 877)

En este estudio no se encontró la presencia de semillas de *M. pastazaensis* alrededor del sector, a pesar de que en una de las localidades (El triunfo) se encontraban frutas en el piso, pero sin semillas o frutas abortadas; quizás la semillas permanezcan a una mayor profundidad o roedores se alimenten de estas.

Los resultados obtenidos en esta investigación pueden ser causados por diversos factores como edad de la planta madre ya que esto va a influir mucho para el desarrollo y producción de plantas,



esto menciona Ortiz (2014 pág. 24), para un mejor resultado debe ser recolectados las semillas de un árbol joven.

*M. pastazaensis*, catalogada como una especie vulnerable en el Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador, enfrenta la amenaza de la destrucción de su hábitat original. Actualmente, se encuentra presente en tres áreas protegidas: la Estación Biológica Jatun Sacha, el Bosque Protector 'Pablo López del Oglán Alto' y la Estación Científica de la Universidad Central del Ecuador, así como en la estación de CIPCA, perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica. Aunque se han observado 7 individuos en esta última ubicación, no se han observado plántulas ni juveniles, según el informe de Vázquez et al. (2015, pág. 53).

Reportes recientes sobre esta especie provienen de la estación científica Alto Oglán de la Universidad Central de Ecuador y de la estación de CIPCA de la Universidad Estatal Amazónica. Desafortunadamente, alrededor de un tercio de la población de la provincia de Pastaza, Ecuador, que originalmente se encontraba en el área de Jatun Sacha, ya no puede sostenerse debido a la severa deforestación o fragmentación del bosque fuera de la pequeña área protegida. La especie ocupa actualmente una extensión de 55 km<sup>2</sup>, y las tres poblaciones podrían conectarse mediante un triángulo de 800 km<sup>2</sup>, de los cuales una cuarta parte está fuertemente deforestada, según Arroyo y Pérez (2013, pág. 4). Esta situación dificulta la obtención de semillas necesarias para la propagación y la realización de ensayos para determinar un porcentaje de germinación favorable, ya que existe una escasez de información sobre el proceso de germinación.

### **4.3 Comprobación de la hipótesis**

Debido a la baja germinación registrada en este estudio no se pudo comprobar la hipótesis debido a que no hubo las repeticiones necesarias para realizar el ANOVA o alguna no paramétrica.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- Con los tratamientos evaluados en este estudio se obtuvo un porcentaje muy bajo de germinación. Ninguno de los tratamientos tuvo un efecto en la germinación.
- La germinación de las semillas de *M. pastazaensis* empezó a partir del día 46 al 49, siendo así que el porcentaje de germinación obtenido desde el día de la siembra hasta el día 49 fue del 4,23%, después de ese día no se obtuvo ningún porcentaje de germinación. El tratamiento que tuvo un mayor porcentaje de germinación fue el T8 (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%), con un valor de 3/7, es decir, de 7 semillas sembradas en este tratamiento germinaron 3, lo que equivale a un 1,59% de semillas germinadas, por lo que se concluye que este sería el tratamiento más idóneo para la germinación de semillas de *M. pastazaensis*.
- Conforme con los datos analizados en este estudio, se determinó que el mejor sustrato para la propagación sexual de la especie forestal *M. pastazaensis* fue el tratamiento T9 conformado por (Turba 25% + Tierra negra 25% + Tierra de bosque 50%) debido que presentó mejores características tanto en porcentaje de germinación, crecimiento en altura, diámetro y número de hojas.
- Según los datos obtenidos con respecto a la altura, DAC de la plántula y número de hojas de las plántulas en el día 120 fue mayor en el T9 (turba 25% + tierra negra 25% + tierra de bosque 50%), con valores de: Altura: 16 cm, DAC: 4 mm y número de hojas: 12; lo que se deduce que este sería el mejor tratamiento para que la plántula tenga un buen desarrollo en cuanto altura, diámetro a la altura del cuello y número de hojas.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda colocar las semillas o construir el vivero donde se va a realizar la investigación bajo sombra, debido a que el mayor porcentaje de germinación se observó en los bloques 1 y 2, que eran los que estaban bajo sombra.
- Se recomienda sembrar las semillas máximo con 3 cm de profundidad, ya que, pudimos observar que en uno de los bloques no se obtuvo ningún tipo de resultado debido a que se sembró las semillas con 5 cm de profundidad y estaba expuestas directamente a la luz solar.
- Se recomienda realizar nuevos estudios utilizando tratamientos pre germinativos y sustratos en diferentes proporciones para determinar cuál es el óptimo para la propagación sexual de la especie que favorezca a la plántula en su etapa de desarrollo.
- Se recomienda compartir la información con los comuneros del sector para que puedan poner en práctica sus fincas y de esta forma ayudar a conservar estas especies que tienen beneficios medicinales y un gran valor económico por su madera que es de excelente calidad.
- Es necesario sacarle la testa de la semilla y realizar su desinfección para evitar problemas de hongos, plagas y enfermedades, para poder obtener un mayor porcentaje de germinación.
- Se recomienda mantener constantemente en remojo a las semillas para su germinación, pues el agua activa a la semilla despertando su estado de latencia.
- Cabe mencionar que para los servicios ambientales y ecosistémicos las Magnolias son muy importantes conservarlas y propagarlas, ya que, generan agua a los ecosistemas, es por ello, que se recomienda a los comuneros realizar planes de programas de restauración y reforestación, ya que es una especie vulnerable que se encuentra en Libro Rojo de las especies endémicas del Ecuador.

## GLOSARIO

**Germinación:** la germinación inicia con la absorción de agua por la semilla, y termina con el crecimiento del eje embrionario. La germinación cuando se da en condiciones naturales tarda en germinar de 1 a 3 años dependiendo del sitio en que se encuentra y su porcentaje de germinación puede ser el 50%. Mientras cuando se aplica tratamientos pre germinativos puede llegar a un porcentaje de germinación del 98%. La mala germinación ocurre cuando las semillas tienen algún tipo de enfermedad, pues se recomienda almacenar algunos meses la semilla bajo condiciones adecuadas para tener una buena germinación. (Arana y Varela, 2010, pág. 3)

**Semilla:** La semilla es una unidad reproductiva compleja, característica de las plantas vasculares superiores, que se forma a partir del óvulo vegetal, generalmente después de la fertilización, se encuentra en las plantas con flores (angiospermas) y en las gimnospermas. (Ruiz, 2013, pág. 12)

**Sustratos:** Es todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular desempeñando un papel de soporte para la planta. (Veras, 2016, págs. 5-6)

**Tratamientos pre-germinativos:** Son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio. (Acosta 2014)

**Umbráculo:** Son las estructuras más simples destinadas a proporcionar una ligera protección al cultivo mediante su cubierta de malla. Su uso se centra principalmente para la producción de planta. (Sánchez, 2017, pág. 6)

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ASQUI, Andra.** Propagación vegetativa de aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando tres sustratos y tres enraizantes en la parroquia Cubijés, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2023. pág. 1 [Consulta 11 noviembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19607/1/33T0464.pdf>
2. **BOIX, Elisa.** Trabajos básicos en vivero [En línea] 2017. págs. 7-11. [Consulta: 13 noviembre 2023]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=oPQHDgAAQBAJ&pg=PA74&hl=es&source=gb\\_s\\_selected\\_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=oPQHDgAAQBAJ&pg=PA74&hl=es&source=gb_s_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false)
3. **CAMPOS Román; et al.** Viabilidad de bolas Diverango tipo “pack maceta” sobre sustratos contaminados en condiciones climáticas mediterráneas. S.f. pág. 2. Disponible en: <https://VO.com/wp-content/uploads/2023/03/Campos-Roman-2020-Articulo-Divulgacion.pdf>
4. **CARVALHO, Teresa; et al.** Adaptation of the tetrazolium test method for estimating the viability of sorghum seeds. *Journal of Seed Science*, 36(1), págs. 246-252. 2014, Disponible en: <http://doi.org/10.1590/2317-1545v32n2713>
5. **CASTRO, Guadalupe & AYALA, Rigoberto.** Optimización de técnicas para la pregerminación del Laurel de cera. 2011.pág. 38.
6. **CHICAIZA, Evelin.** Evaluación de dos enraizantes con tres tipos de sustratos para la propagación de *Magnolia grandiflora* (magnolia) en el vivero – EsPOCH [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2022. pág. 25 [Consulta 4 enero 2024]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/18199/1/33T00413.pdf>
7. **CODDICA.** Club de jardinería. [En Línea] 2018. [Consulta: 13 noviembre 2023.] Disponible en: <https://blog.homedepot.com.mx/club-jardineria/conoce-los-tipos-de-tierra-para-tu-jardin>.
8. **CRUZ, Luis; et al.** Modelación especial del área basal y volumen de madera en bosques manejados de *Pinus patula* y *P. teocote* en el tejido Atopixco, Hidalgo. *Madera y bosques* 16 (3): 75-9. 2010.
9. **DEL CASTILLO, Elvio & GIL, María.** Vivero Forestal. [En línea] 2012, pág. 2. [Consulta: 13 noviembre 2023.] Disponible en: [bibliotecavirtualaserena](#).
10. **DAVIES, Rachael; et al.** “Germination testing: procedures and evaluation”. Technical report [en línea], 2015, (Reino Unido), p. 1. [Consulta: 13 noviembre 2023]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/profile/RosemaryNewton/publication/309395988\\_Germination\\_testing\\_procedures\\_and\\_evaluation/links/580e1e6c08aedfe454f1fb85/Germinationtesting-procedures-and-evaluation.pdf](https://www.researchgate.net/profile/RosemaryNewton/publication/309395988_Germination_testing_procedures_and_evaluation/links/580e1e6c08aedfe454f1fb85/Germinationtesting-procedures-and-evaluation.pdf).

11. **DE LA CUADRA, Celia.** Germinación, Latencia y Dormición de las semillas. [www.mapa.gob.es](http://www.mapa.gob.es). [En línea] 1992, págs. 4-6. [Consulta: 13 noviembre 2023.] Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_03.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_03.pdf).
12. **DORIA, Jessica.** "Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento". *Cultivos Tropicales* [en línea], 2010, (Cuba) 31(1), pp. 74-85. [Consulta: 12 noviembre 2023]. ISSN: 0258-5936. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362010000100011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011).
13. **ECURED.** Suelo agrícola. *EcuRed.cu*. [En línea] 8 de Julio de 2015, p.1. [Consulta: 13 noviembre 2023.]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Suelo\\_agr%C3%ADcola](https://www.ecured.cu/Suelo_agr%C3%ADcola).
14. **ESCOBAR, Hugo; & REBECCA, Lee.** Manual de producción de tomate bajo invernadero. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 2009, pág. 20.
15. **FAO.** El cultivo protegido en clima mediterráneo. Manual preparado por el grupo de cultivos hortícolas dirección de producción y protección vegetal. 2002. págs. 1-15.
16. **FAO.** Semillas. [En línea] 2022. pág.1. [Consulta: 12 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/seeds/es/>.
17. **GÁLVEZ, Luis; et al.** Calidad de semilla de árboles selectos de *Tabebuia rosea* (Bertol) en el Soconusco, Chiapas, México. *Agroproductividad* [en línea], 2018, (México) 11(3), págs. 90-97. [Consulta: 12 noviembre 2022]. Disponible en: <http://www.revistaagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/222/165/367>.
18. **GARCÍA, Josué; et al.** "Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas" [En línea], s.f, (Mexico), p. 138. [Consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/T%C3%A9cnicas%20Para%20Evaluar%20Germinaci%C3%B3n%20Vigor%20y%20Calidad%20Fisiol%C3%B3gica%20de%20Semillas%20Sometidas%20a%20Dosis%20de%20Nanopart%C3%ADculas.pdf>
19. **GÓMEZ, Manuel; et al.** "Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuando usarlas". *Revista Mexicana de Pediatría* [en línea], 2003, (México) 70(2), p. 98. [Consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en:

- <https://www.ugr.es/~fmocan/MATERIALES%20DOCTORADO/Sinopsis%20de%20pruebas%20estadisticas%20no%20parametricas.pdf>
20. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial San Vicente de Huaticocha. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia San Vicente de Huaticocha. Recuperado el 28 de febrero de 2016, de [www.huaticocha.gob.ec/index.php/gadparroquial/plan-de-desarrollo/14--1/file](http://www.huaticocha.gob.ec/index.php/gadparroquial/plan-de-desarrollo/14--1/file)
  21. **GMAO**. Modern-Era Retrospective analysis for Research and Applications, Version 2. [En línea] 2022. [Consulta: 29 enero 2024.] Disponible en: <https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>
  22. **HARTMANN, Hudson & KESTER, Dale**. Propagación de plantas. [En línea] 1997, pág.13. [Consulta: 12 noviembre 2023.] Disponible en: [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/45969/mod\\_resource/content/1/Propagacion%20de%20plantas.pdf.0-13-681007-1](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/45969/mod_resource/content/1/Propagacion%20de%20plantas.pdf.0-13-681007-1).
  23. **HAAS-TZUC, Jaime; et al**. Efecto de la sombra sobre la emergencia de plántulas de especies maderables nativas de la Península de Yucatán. Acta Universitaria 29: 2. 2019. Disponible en: doi. <http://doi.org/10.15174.au.2019.1832>
  24. **HAWBAKER, Todd; et al**. Light Detection and Ranging-based measures of mixed hardwood forest structure. Forest Science 56 (3): 313-326. 2010.
  25. **HERNÁNDEZ**. Propiedades físicas de los sustratos. Fertilab.com.mx. [En línea] 2009, pp.1-3. [Consulta: 13 de noviembre de 2023.] <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Propiedades%20fisicas%20de%20los%20sustratos.pdf>.
  26. **INFOAGRO**. Tipos de sustratos. [En línea] 2017, pág.1. [Consulta: 13 noviembre 2023] Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/tipos-de-sustratos-de-cultivo/>.
  27. **INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES GUATEMALA**. Cedro *Cedrela odorata* paquete tecnológico forestal. Guatemala: INAB, 2019, págs. 1-8.
  28. **JIMÉNEZ, Francisco**. Viveros Forestales para la producción a pie de repoblación. Ministerio de Agricultura pesca y alimentación. [En línea] 1993. p.2. [Consulta: 13 noviembre 2023.] Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1993\\_06.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_06.pdf).
  29. **LANDIS, Thomas; et al**. Mineral nutrients and fertilization. The Container Tree Nursery Manual. Washington, DC: Estados Unidos: Departamento de Agricultura, Servicio Forestal, 1989, Vol. 4, págs. 1-67.
  30. **MALDONADO, Carlos.; et al**. El efecto de la disponibilidad de agua durante el crecimiento de *Lycopersicon chilense* sobre la capacidad de sus semillas para germinar a

- distintas temperaturas y concentraciones de manitol y NaCl. *Revista chilena de historia natural*, vol. 75, n°4 (2002), (Chile).
31. **MEZA, Cinthia.** Efecto del ácido giberélico y la temperatura en la propagación sexual de guayacán (*Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson) (Tesis) (Ingeniería). [en línea] Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal. Jaén-Perú. 2017. Págs. 39-55. [Consulta: 8 enero 2024]. Disponible en: [https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1712/T016\\_45011134\\_T.pdf?sequence=1 &isAllowed=y](https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1712/T016_45011134_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
  32. **MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR.** Clasificación ecológica. 2012. [Consulta: 26 octubre 2023], de [http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2PDF](http://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2PDF)
  33. **MORA, Diana.** Estudio de factibilidad para la producción de plantas forestales, frutales y ornamentales en el vivero de la comuna Loma Alta, provincia de Santa Elena (Trabajo de Titulación) (Ingeniería) [en línea]. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería en Administración de Empresas Agropecuarias y Agronegocios. Santa Elena-Ecuador. 2017, págs. 5-14. [Consulta: 11 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/3989/1/UPSE-TAA-2017-028.pdf>
  34. **MOSQUERA, Byron.** Abonos orgánicos. Protegen el suelo y garantizan alimentación humana [en línea]. Washington D.C.-Estados Unidos: USAID, 2010, pág. 8. [Consulta: 11 enero 2024]. Disponible en: [https://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](https://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf).
  35. **NAVARRO, Rafael; et al.** Aplicación de imágenes LIDAR para la estimación del índice de superficie foliar (LAI) en encimas [*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.]. 2010. *Forest Systems* 19 (1) 61-69.
  36. **OLIVEIRA, Vitor; et al.** Adequacy of the tetrazolium test methodology for *Stylosanthes capitata* Vogel seeds. *Journal of Seed Science*, 2018, 40(4), págs. 435-441. Disponible en: <http://doi.org/10.1590/2317-1545v40n4192968>
  37. **ORTEGA, Graciela.** Reproducción sexual de las plantas. [www.abc.com.py/](http://www.abc.com.py/). [En línea] Me ha gustado esta nota en <https://www.abc.com.py/edicionimpresa/suplementos/escolar/reproduccion-sexual-de-las-plantas-1-1807396.html>, 23 de abril de 2019, pág. 1. [Consulta: 12 noviembre 2023]. Disponible en: <https://www.abc.com.py/edicionimpresa/suplementos/escolar/reproduccion-sexual-de-las-plantas-1-1807396.html>.



38. **OSORIO, Edison; et al.** *Neotropical Magnolia Conservation Consortium July 8-14, Jalisco, Mexico-2019*. [En línea]. Guadalajara Jalisco-México: Researchgate, 2019. [Consulta: 11 noviembre 2023]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/335541558\\_Aceites\\_esenciales\\_en\\_Magnolia\\_Perspectivas\\_y\\_aplicaciones\\_del\\_perfil\\_quimico\\_de\\_las\\_especies\\_endemicas\\_M\\_pacific\\_a\\_y\\_M\\_vallartensis\\_en\\_Jalisco](https://www.researchgate.net/publication/335541558_Aceites_esenciales_en_Magnolia_Perspectivas_y_aplicaciones_del_perfil_quimico_de_las_especies_endemicas_M_pacific_a_y_M_vallartensis_en_Jalisco)
39. **PATÍÑO Carlos. 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>.
40. **PÉREZ, Félix.** Germinación y Dormición de semillas. Ministerio de agricultura, Pesca y Alimentación. [En línea] 1999, pág.181. [Consulta: 13 noviembre 2023]. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80402\\_MATERIAL\\_VEGETAL\\_DE\\_REPRODUCCION\\_\\_MANEJO\\_CONSERVACION\\_Y\\_TRATAMIENTO/80402/7\\_GERMINACION\\_Y\\_DORMICION\\_DE\\_SEMILLAS.PDF](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/80402_MATERIAL_VEGETAL_DE_REPRODUCCION__MANEJO_CONSERVACION_Y_TRATAMIENTO/80402/7_GERMINACION_Y_DORMICION_DE_SEMILLAS.PDF).
41. **PILCHER BL.** Germination of seeds of four species of Opuntia. Cactus Succ. J. (USA). 1970. 42: págs. 281-282.
42. **PINZÓN, Hernán.** Manual Para El Cultivo De Hortalizas. Bogotá-Colombia: Promedios. 2012, pág. 44.
43. **POTTER, Robert. et al.** Germination responses of Opuntia spp. to temperature, scarification and other seed treatments. Weed Sci. 1984, 32: págs. 106-110.
44. **QUESADA, Gustavo.** Conociendo los sustratos para sembrar plantas. MAG.go.cr. [En línea] 2005. pp.2-3. [Consulta: 13 noviembre 2023]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-0806.pdf>.
45. **QUIROZ, Iván, et al.** Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Chile: Concepción, 2009. pág. 72
46. **RODRIGUÉZ, Nancy.** Cómo realizar un análisis de costo-beneficio paso a paso. [blog]. 2021.p.1 [Consulta: 26 de noviembre del 2023]. Disponible en: <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-costo-beneficio>
47. **ROJAS, Salvador, et al.** Propagación Asexual de plantas. Conceptos Básicos y experiencias con especies amazónicas. [En línea] marzo de 2004. pág.7. [Consulta: 12 de noviembre de 2023.]
48. **ROMÁN, Pilar., et al.** MANUAL DE COMPOSTAJE DEL AGRICULTOR. [En línea] 2013. Pág. 99. [Consulta: 29 Enero 2024.]

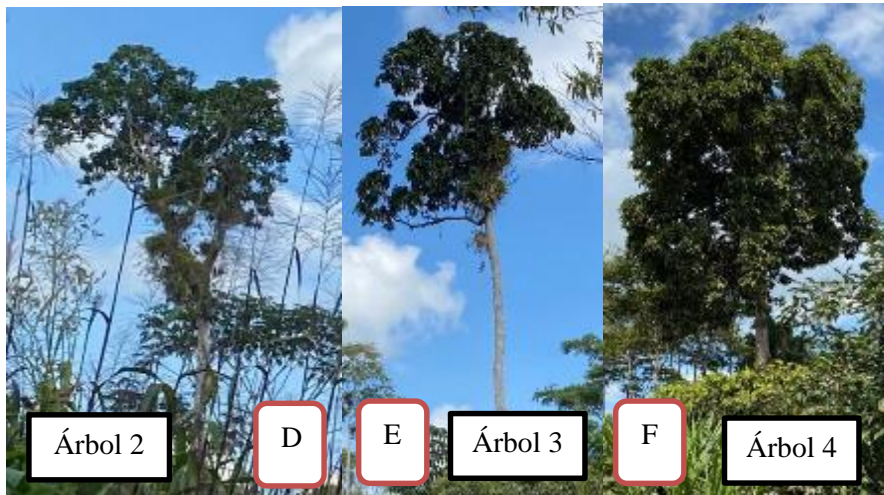
49. **RUBIO, María & BERLANGA, Vanesa.** "Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico". *Revista d'Innovació i Recerca en Educació* [en línea], 2012, (España) 5(2), pp. 85-88. [Consulta: 14 noviembre 2023]. Disponible en: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/147441/1/617078.pdf>
50. RUIZ, A. Importancia de la semilla. *Lajas-Cuba*, 2013. pág. 12.
51. SÁNCHEZ, R. Propagación por enraizamiento de estacas y conservación de árboles plus extintos. *Revista Espagios* Vol.32, nº1(2017). pág.6
52. **SÁNCHEZ, Gustavo.** Germinación, viabilidad y características distintivas de la semilla de *Opuntia joconostle* Weber, forma cuaresmero. *Cact. Suc. Mex.* 1997, 42: págs. 16-21.
53. **SAÑUDO, Rosario.; et al.** TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE PALO FIERRO (*Olneya tesota* A. Gray) Y PROPAGACIÓN EN SUSTRATO DE COMPOSTA DE LIRIO ACUÁTICO (*Eichhornia crassipes*). *Ra Ximhai*, Vol. 5. Número 3 (2009), (México) págs. 329 -333.
54. **SEGUI, María.** *Biología y Biotecnología reproductiva de las plantas.* [En línea] Universidad Politécnica de Valencia, 2014, pág.17 [Consulta: 12 noviembre 2023]. Disponible en: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/72437/TOC\\_6014\\_01\\_01.pdf?sequence=5](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/72437/TOC_6014_01_01.pdf?sequence=5).
55. **SOLANO, Katherine.** Tratamientos pregerminativos en semillas de "*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl". [En línea] 2020. [Consulta: 12 noviembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5819/1/UPSE-TIA-2021-0021.pdf>
56. SWAINE, M.D. and WHITMORE, T.C. 1988. On the definition of ecological species groups in tropical rain forest. *Vegetation* 75: 81-86.
57. **TORRES, Jhon.; et al.** Germinación y crecimiento inicial de *Cedrela odorata* L. (Sapindales: Meliaceae), empleando semillas silvestres en el departamento del Chocó, Colombia. *Revista Biodiversidad Neotropical*, vol. 8, nº 1 (2018), (Colombia) págs. 26-27.
58. VALERA, B Y GARAY, J. Producción vegetal y establecimiento de plantaciones. Propagación asexual de plantas. [En línea] 2 de junio de 2017, págs. 1-5. [Consulta: 12 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wp-content/uploads/sites/9/2017/01/Tema-3-PVEP.pdf>.
59. **VALLEJO, Evelyn.** Efecto del *Trichoderma* spp. en la propagación sexual de balsa (*Ochroma pyramidale*) y laurel (*Cordia alliodora*) en la comunidad de Nueva Esperanza, provincia de Napo. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [En línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2022, pp. 1- 8. [Consulta: 13 noviembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16117/1/33T00355.pdf>.

60. **VARELA, Santiago & ARANA, Verónica.** Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pre-germinativos. Silvicultura en vivero. [En línea] 3 de marzo de 2011. pág. 4. [Consulta: 12 noviembre 2023]. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_latencia.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_latencia.pdf). 1853-4775.
61. **VÁSQUEZ, Carlos.; et al.** La reproducción de las plantas: semilla y meristemas. [En línea] 1997, pág. 38. Caracterización de las semillas. [En línea] [Consulta: 12 noviembre 2023]. Disponible en <file:///C:/Users/PERSONAL/Downloads/Caracterizacion%20de%20las%20Semillas.pdf>
62. VALENZUELA, O y GALLARDO, C. Características de los sustratos utilizados por los viveros forestales. Universidad Entre Ríos, 2005. pág. 66.
63. VAN AARDT, J., WYNNE, R., Y SCRIVANI, J. 2008. Lidar-based mapping of forest volume and biomass by taxonomic group structurally homogenous segments. *Photogrammetric Engineering y Remote Sensing* 74: 1033-1044.
64. **VASQUEZ, Suria.** Ecología de semillas y tratamientos pregerminativos en *Magnolia schiedeana* Schlecht: Una especie amenazada. (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Veracruzana. México-Ecuador. 2008, pág. 18. [Consulta: 07 de enero de 2024]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/314280902\\_Ecologia\\_de\\_semillas\\_y\\_tratamientos\\_pregerminativos\\_de\\_Magnolia\\_schiedeana\\_Schlecht\\_Una\\_especie\\_amenazada](https://www.researchgate.net/publication/314280902_Ecologia_de_semillas_y_tratamientos_pregerminativos_de_Magnolia_schiedeana_Schlecht_Una_especie_amenazada).
65. VOVIDES P. Y C. IGLESIAS. 1996. Seed Germination of *Magnolia dealbata* Zucc. (Magnoliaceae), An Endangered Species from México. *HortScience*. 31: 877
66. URETA, D.; et al. "Indicadores de calidad de semillas y plántulas de dos especies del género *Cedrela* cultivadas en vivero con fines de restauración en condiciones amazónicas". *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad* [En línea] 2019, (Ecuador) 2(3), págs. 194-196. [Consulta: 11 noviembre de 2023]. ISSN: 2697-3529. Disponible en: <https://ambientesustentabilidad.org/index.php/revista/article/view/67/68>.
67. USDA, SOILSURVEY STAFF. *Soil Taxonomy*. Soil Cons. Ser. Washington: Handbook, 754 pág. 1975.



**ANEXOS**

**ANEXO A:** VISITA AL SECTOR DONDE SE ENCONTRABAN LAS MAGNOLIAS, EQUIPAMIENTO CON ESPECIALISTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LAS SEMILLAS, ÁRBOLES DE *Magnolia pastazaensis* SELECCIONADOS y FLOR DE *Magnolia pastazaensis*



**ANEXO B: CONSTRUCCIÓN DE LOS BLOQUES PARA EL DISEÑO DBCA, CUBRIMIENTO CON PLÁSTICO Y SARÁN DE INVERNADERO DEL VIVERO TEMPORAL.**



**Realizado por:** Aguilar, Brenda, 2024.

**ANEXO C: DESECACIÓN DE SEMILLAS EN ESTUFA A UNA TEMPERATURA DE 105°C, PESO SECO DE SEMILLAS DE *M. pastazaensis*.**



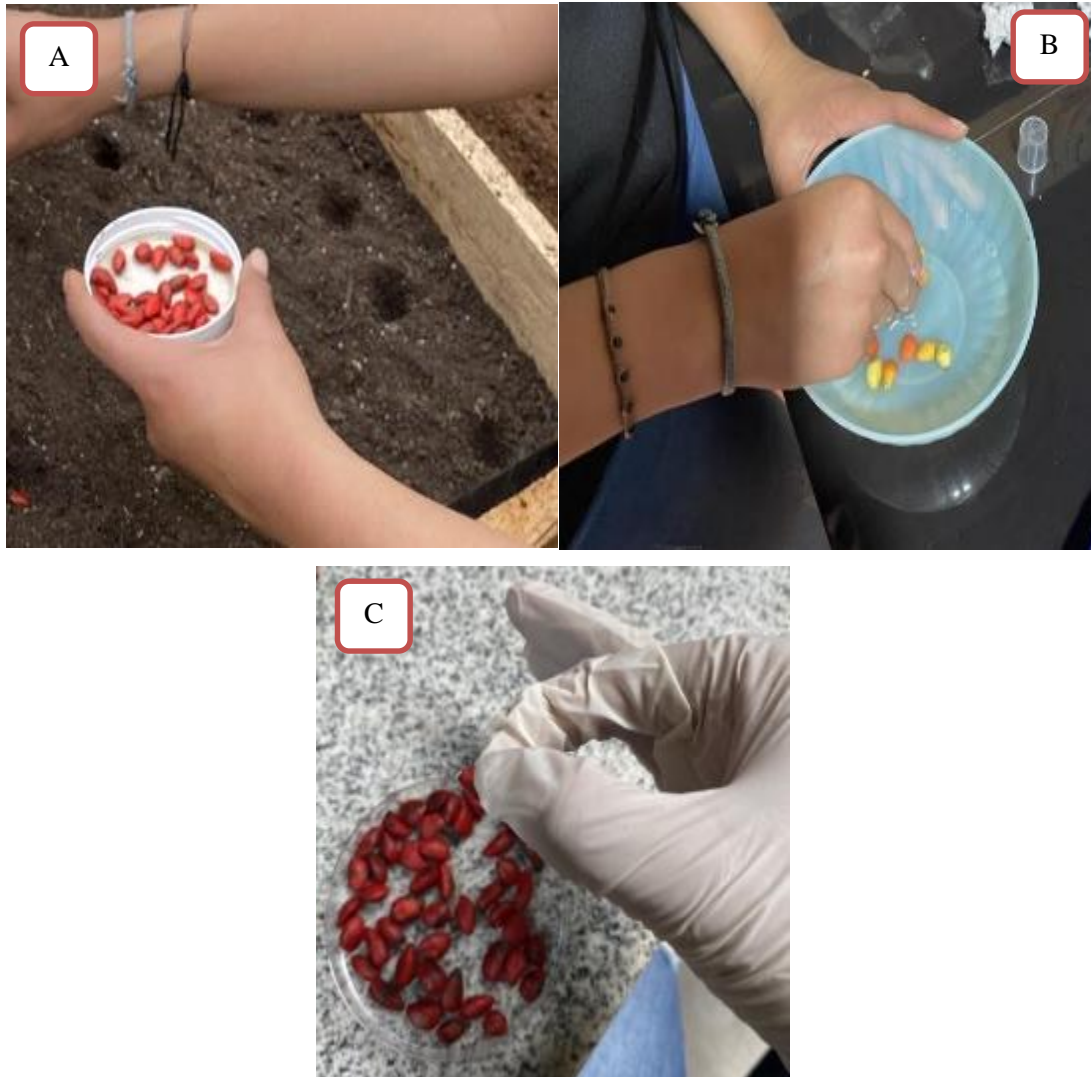
**Realizado por:** Aguilar, Brenda, 2024.

**ANEXO D: FRUTO DE *M. pastazaensis*, EXTRACCIÓN DE SEMILLAS**



**Realizado por:** Aguilar, Brenda, 2024.

**ANEXO E:** SEMILLAS SECADAS AL SOL DURANTE 48 HORA, SEMILLAS EN INMERSIÓN EN AGUA DESTILADA A TEMPERATURA AMBIENTE DURANTE 48 HORAS, SEMILLAS TESTIGOS.



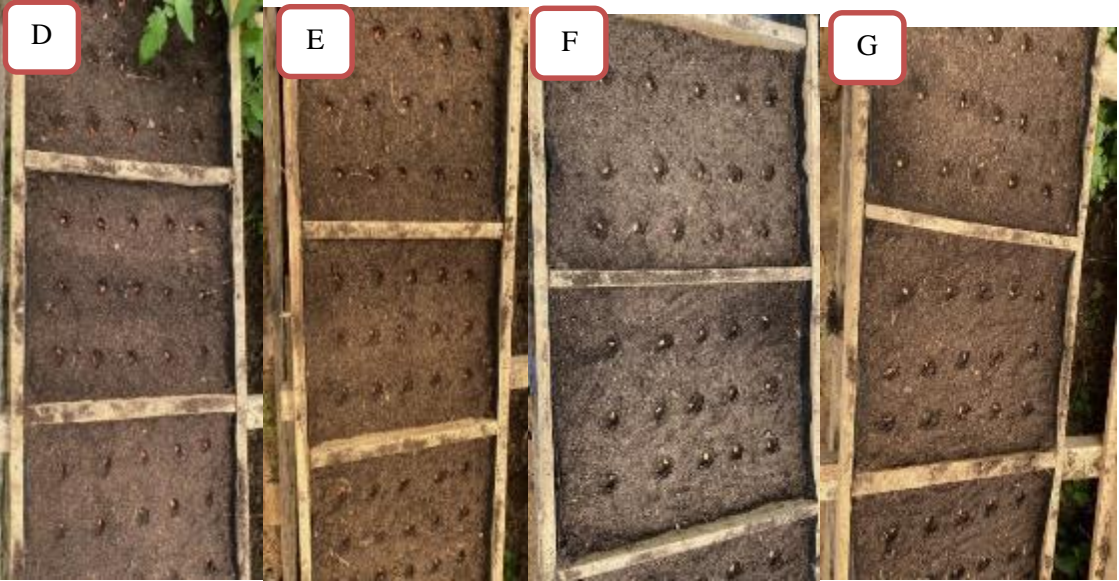
**Realizado por:** Aguilar, Brenda, 2024.

**ANEXO F:** PREPARACIÓN DE S1 SE UTILIZÓ TIERRA DE BOSQUE +TIERRA NEGRA+ TIERRA DE SISTEMA AGROFORESTALES, LLENADO DE CAJÓN DEL S2 (TURBA+ TIERRA NEGRA+ TIERRA NATIVA), LLENADO DE CAJÓN DEL S3 (SUSTRATO UNIVERSAL 100%), LLENADO DE CAJÓN DEL S1 TIERRA DE BOSQUE +TIERRA NEGRA+ TIERRA DE SISTEMA AGROFORESTALES.



**Realizado por:** Aguilar, Brenda, 2024.

**ANEXO G: SIEMBRA MANUAL DE LAS SEMILLAS CON SU RESPECTIVOS SUSTRATOS Y TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS, ETIQUETADO DE SEMILLAS.**



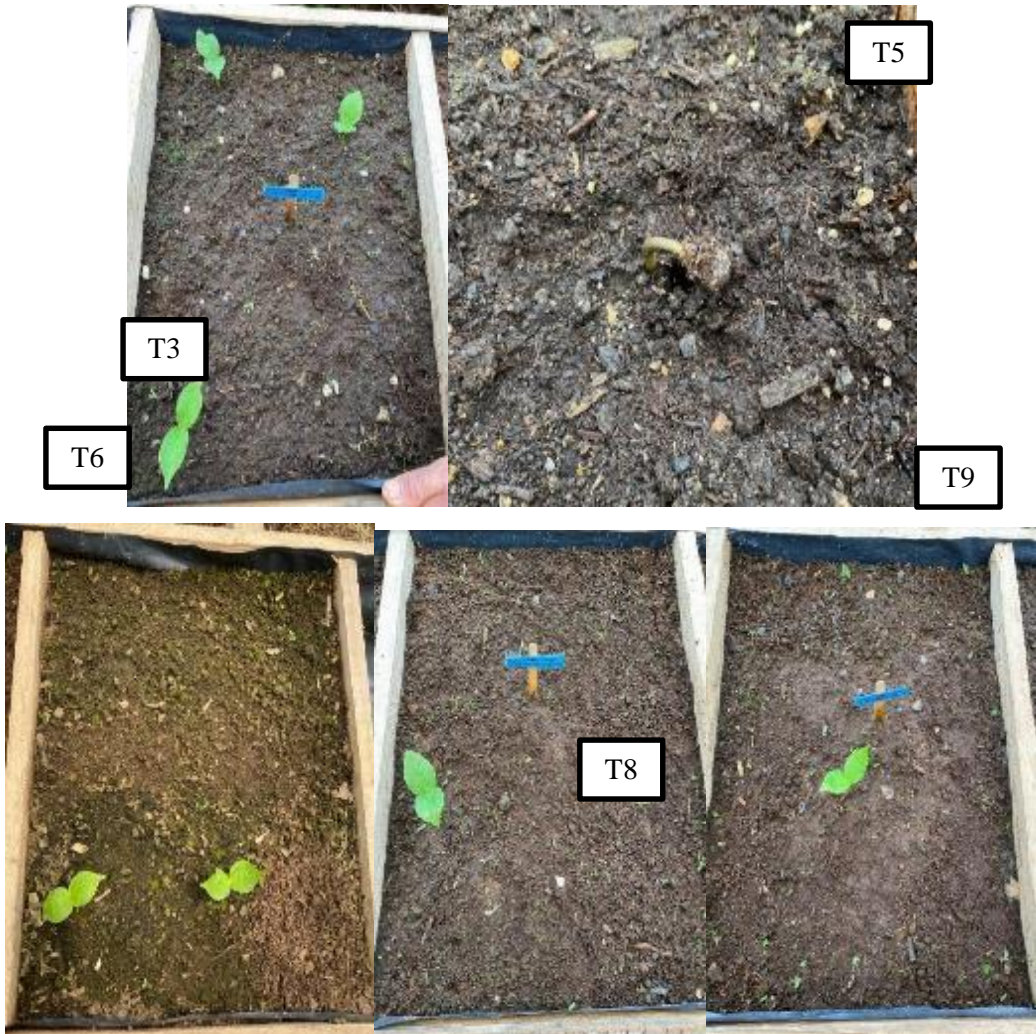


**ANEXO H: ETIQUETADO DE SEMILLAS CON SU RESPECTIVOS SUSTRATOS Y TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS.**

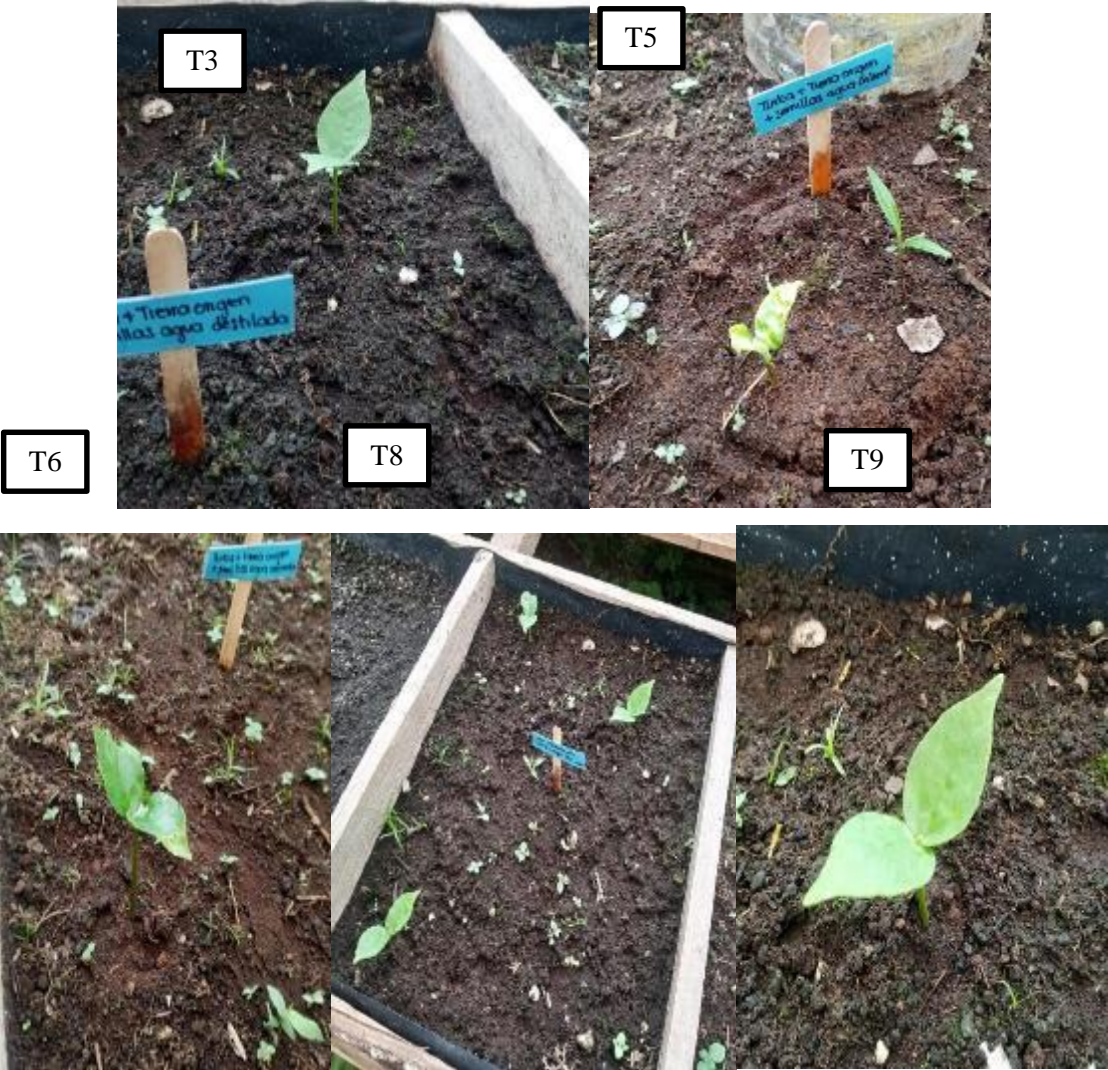


**Realizado por:** Aguilar, Brenda, 2024.

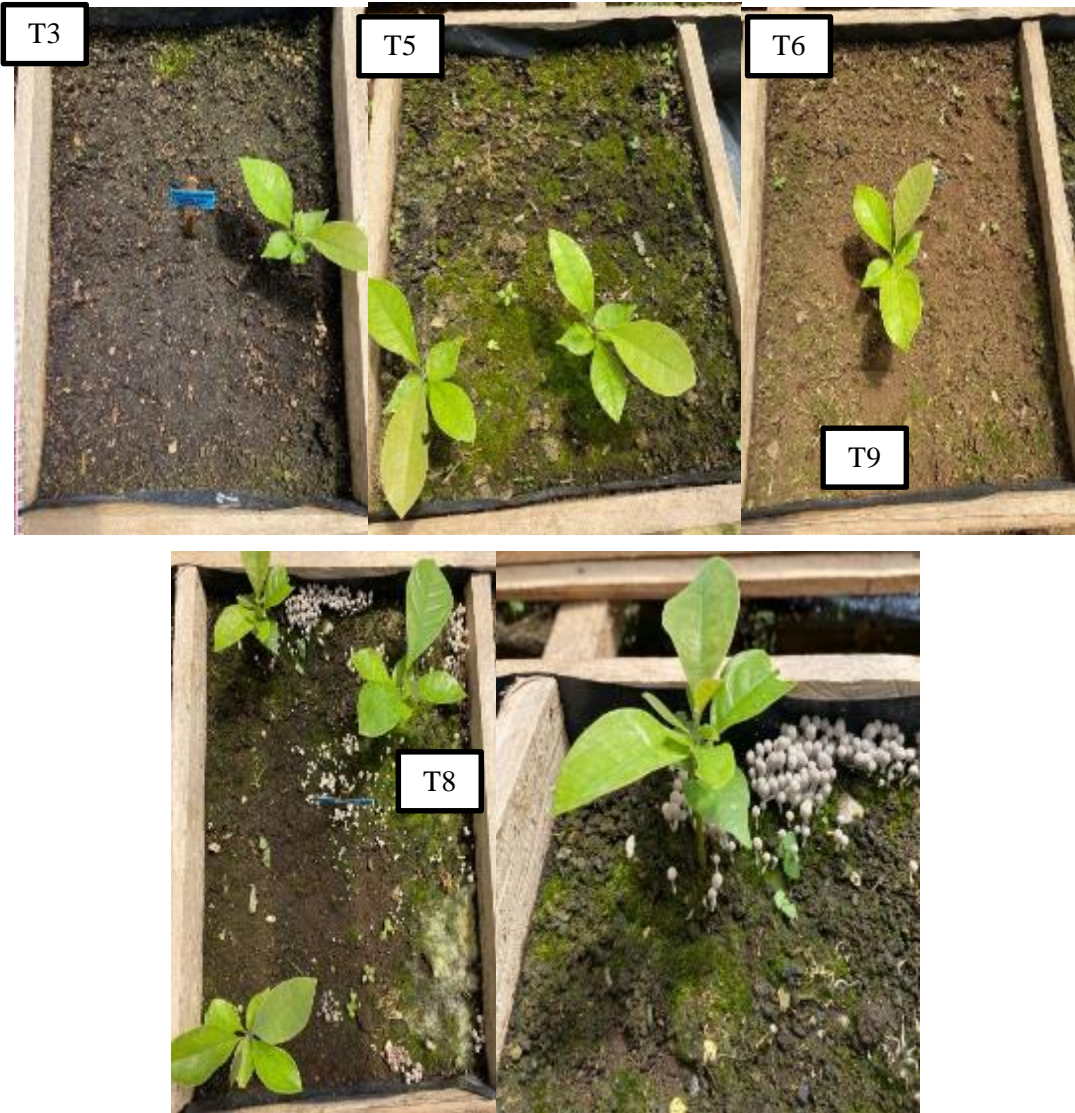
**ANEXO I: CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS A LAS 4 SEMANAS DE HABER GERMINADO.**



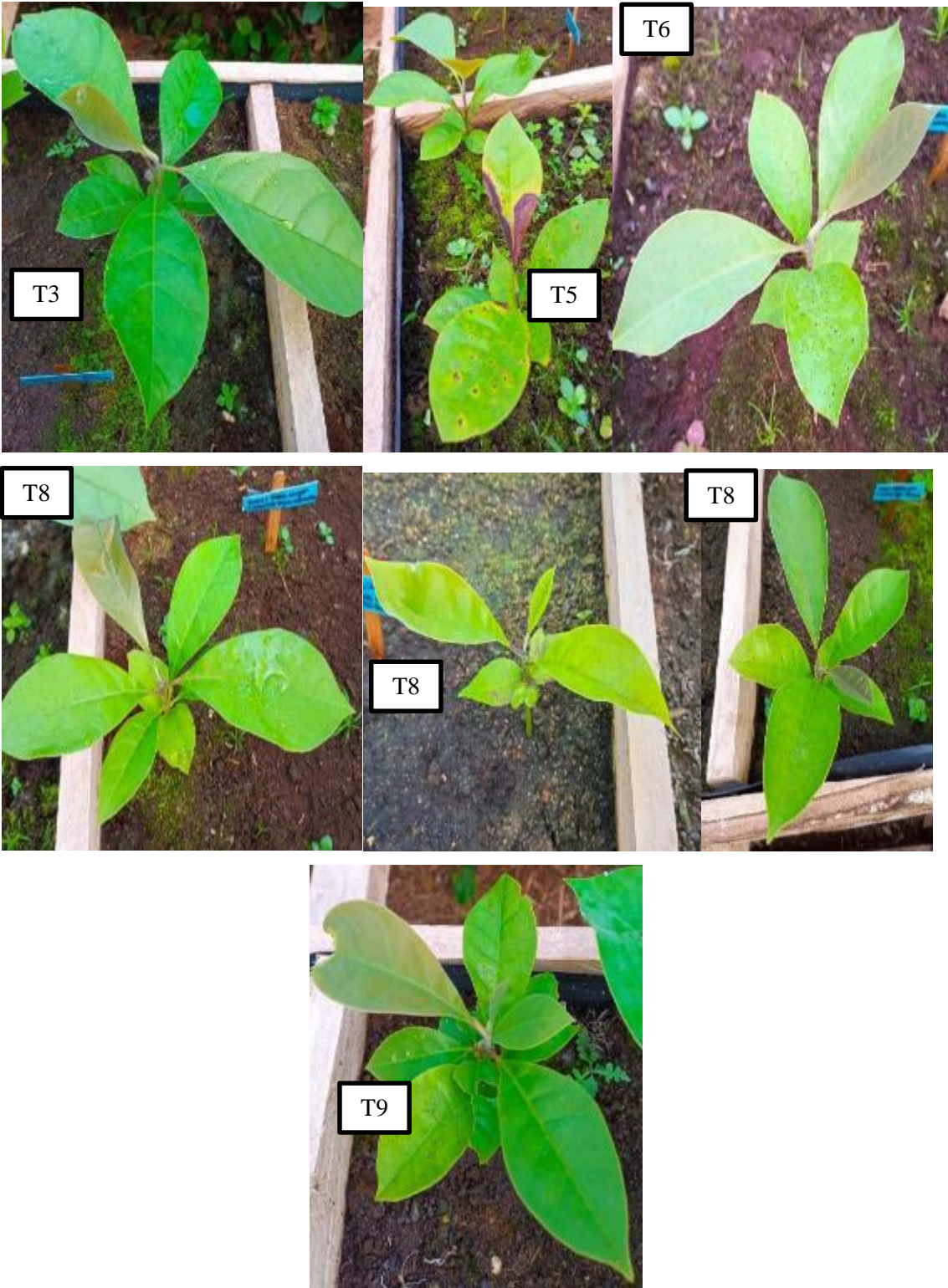
**ANEXO J: CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS A LAS 8 SEMANAS DE HABER GERMINADO.**



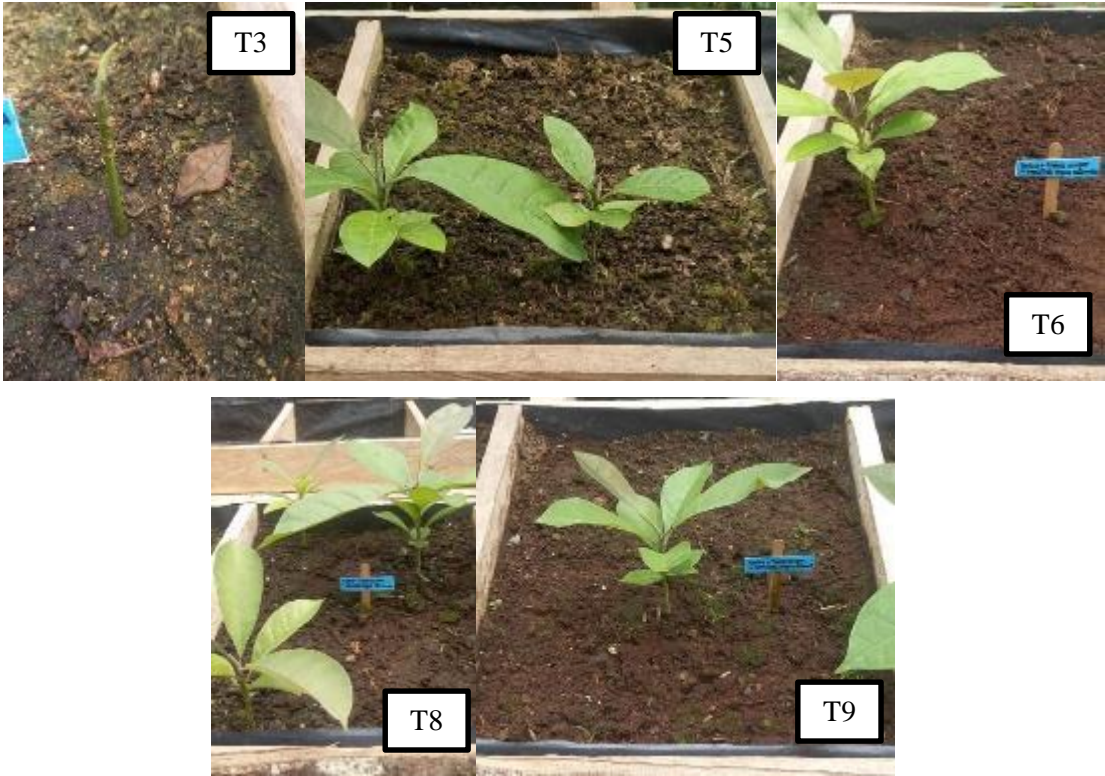
**ANEXO K: CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS A LAS 12 SEMANAS DE HABER GERMINADO.**



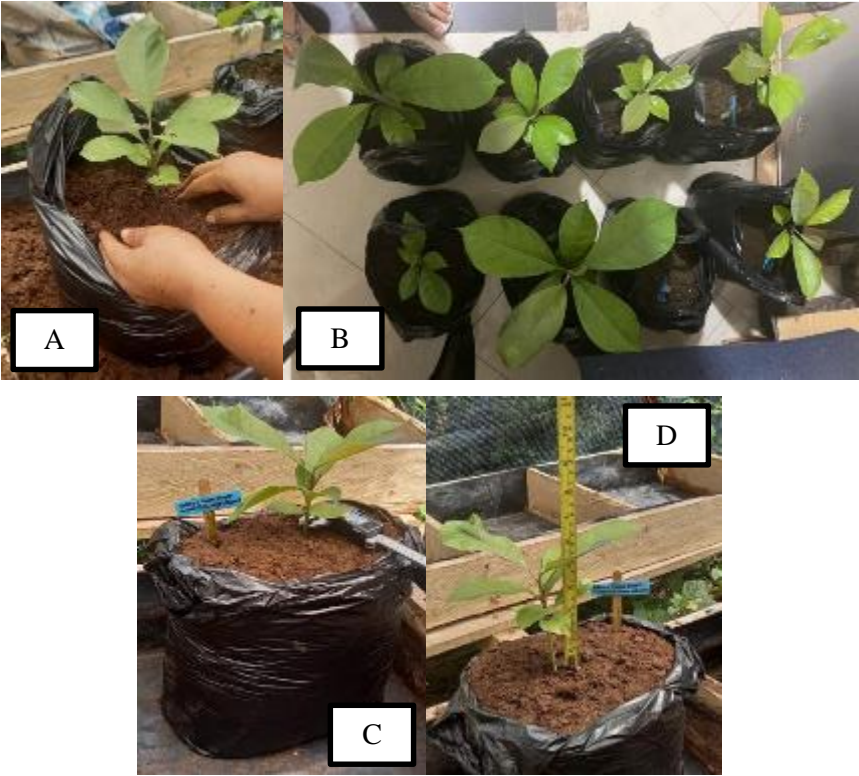
**ANEXO L: CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS A LAS 14 SEMANAS DE HABER GERMINADO.**



**ANEXO M: CRECIMIENTO DE LAS PLÁNTULAS A LAS 16 SEMANAS DE HABER GERMINADO.**



**ANEXO N: ENFUNDADO DE PLANTAS. TOMA DE DATOS CON EL CALIBRADOR, TOMA DE DATOS CON EL METRO.**



**ANEXO O: FOTOS ACTUALES DE LAS PLÁNTULAS DE *Magnolia pastazaensis*.**



**ANEXO P: PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 60 DÍAS.**

Tratamiento	Repetición	Porcentaje de germinación
1	1	
2	1	
3	1	14,29
4	1	
5	1	
6	1	14,29
7	1	
8	1	42,86
9	1	
1	2	
2	2	
3	2	
4	2	
5	2	28,57
6	2	
7	2	
8	2	
9	2	14,29
1	3	
2	3	
3	3	
4	3	
5	3	
6	3	
7	3	
8	3	
9	3	

Realizado por: Aguilar Brenda, 2024.

**ANEXO Q: PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 120 DÍAS.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Repetición</b>	<b>Porcentaje de germinación</b>
1	1	
2	1	
3	1	Murió
4	1	
5	1	
6	1	14,29
7	1	
8	1	42,86
9	1	
1	2	
2	2	
3	2	
4	2	
5	2	28,57
6	2	
7	2	
8	2	
9	2	14,29
1	3	
2	3	
3	3	
4	3	
5	3	
6	3	
7	3	
8	3	
9	3	

**Realizado por:** Aguilar Brenda, 2024



**ANEXO R: CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN DE *Magnolia Pastazaensis***



**Ofc.No.002.CHEP.2024**

25 de enero del 2024

A QUIEN CORRESPONDA:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente certifico que la señorita Suarez Mayacela Katherin Daniela con CI: 0604218016, tesista de la carrera Ing. Forestal, identificó: *Magnolia pastazaensis* F. Arroyo & Á.J. Pérez (Magnoliaceae). Según autorización de recolección de especímenes de la diversidad Biológica No. MAATE-ARSFC-2023-0320.. Esta especie está ingresada en la colección con # 18986 el herbario ESPOCH. Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad y la interesada puedo usar el presente certificado como crea conveniente

Atte.



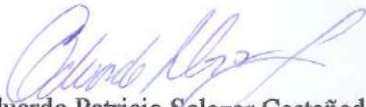
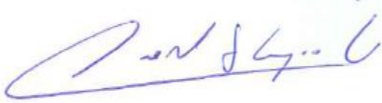
Ing. Jorge Caranqui Msc.  
RESPONSABLE  
HERBARIO ESPOCH

FACULTAD DE  
RECURSOS  
NATURALES



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 06/06/2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Brenda Magdalena Aguilar Zúñiga
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Ingeniería Forestal
<b>Título a optar:</b> Ingeniería Forestal
 <b>Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda M.Sc.</b> <b>Director del Trabajo de Integración Curricular</b>
 <b>Ing. Carlos Francisco Carpio Coba M.Sc.</b> <b>Asesor del Trabajo de Integración Curricular</b>