



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

**EFEECTO DE DOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS CON  
TRES SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN DE *Tabebuia  
chrysantha* (Jacq.) Nicholson (Guayacán), EN EL VIVERO  
FORESTAL DE LA ESPOCH**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR:** JEISON ARMANDO RAMÓN VÁZQUEZ

**DIRECTOR:** ING. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA M.Sc.

Riobamba – Ecuador

2024

© 2024, **Jeison Armando Ramón Vázquez**

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, Jeison Armando Ramón Vázquez, 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 autor 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, 17 de enero del 2024

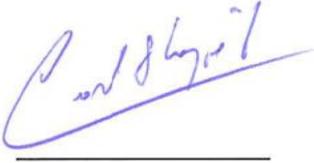
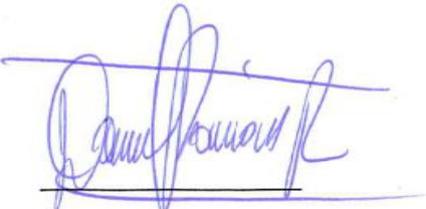


**Jeison Armando Ramón Vázquez**

**140089443-0**

**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, **EFFECTO DE DOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS CON TRES SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN DE *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson (Guayacán), EN EL VIVERO FORESTAL DE LA ESPOCH,** realizado por el señor: **JEISON ARMANDO RAMÓN VÁZQUEZ**, 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.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Danny Daniel Castillo Vizuete PhD <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2024-01-17
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba M.Sc <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-01-17
Ing. Daniel Arturo Román Robalino M.Sc <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-01-17

## **DEDICATORIA**

A mi madre Teresa Vázquez, a mi padre Hugo Ramón por la dicha de tener padres valientes y trabajadores quienes supieron darme y apoyarme con todo su esfuerzo para yo seguir adelante y culminar esta etapa de mi vida; a mi esposa Karen Zapata por acompañarme en los momentos buenos y malos de mi trayectoria; a mis hermanos Alexander, Vito, Willy, Ney y Linder por su incondicional amor de hermanos que me supieron brindar. Se los dedico por demostrarme que el apoyo, ejemplo, consejos y cariño de la familia, son suficientes para cumplir cualquier meta u objetivo planteado en la vida.

Jeison

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, a Dios por la vida y la salud, permitiéndome estar en este mundo y cumplir uno de mis muchos sueños. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por los docentes que compartieron su sabiduría y conocimientos teóricos y prácticos en la querida carrera de Ingeniería Forestal. Mis más sinceros agradecimientos a mis docentes miembros del tribunal Ing. Carlos Francisco Carpio y Daniel Arturo Román, por sus apropiados y acertados asesoramientos durante el proceso y culminación de mi Trabajo de Integración Curricular. Además, quiero expresar una mención y oportuno agradecimiento a mi tía Paty, prima Libia y primo Dyck, por preocuparse y estar siempre pendientes de mí, gracias totales.

Jeison

## ÍNDICE DE CONTENIDO

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

### CAPITULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Justificación.....	3
1.4 Hipótesis .....	4
1.4.1 Hipótesis Nula .....	4
1.4.2 Hipótesis Alternante .....	4

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Propagación sexual.....	5
2.2 Semillas.....	5
2.2.1 <i>Semilla ortodoxa</i> .....	5
2.2.2 <i>Semilla recalcitrante</i> .....	5

2.2.3	<i>Semillas de T. chrysantha</i> .....	6
2.3	<b>Germinación</b> .....	6
2.4	<b>Tratamientos pre germinativos</b> .....	6
2.4.1	<i>Lixiviación</i> .....	7
2.4.2	<i>Tratamientos a temperatura</i> .....	7
2.4.3	<i>Escarificación</i> .....	7
2.4.4	<i>Escarificación mecánica</i> .....	7
2.4.5	<i>Escarificación química</i> .....	7
2.5	<b>Sustratos</b> .....	8
2.5.1	<i>Cualidades de los sustratos</i> .....	8
2.5.2	<i>Propiedades de los sustratos</i> .....	8
2.5.2.1	<i>Propiedades físicas</i> .....	8
2.5.2.2	<i>Propiedades químicas</i> .....	9
2.5.2.3	<i>Propiedades biológicas</i> .....	10
2.5.3	<i>Gallinaza</i> .....	10
2.5.4	<i>Aserrín</i> .....	10
2.5.5	<i>Arena de río</i> .....	10
2.6	<b>Especie <i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nicholson “Guayacán”</b> .....	11
2.6.1	<i>Nombres comunes</i> .....	11
2.6.2	<i>Clasificación taxonómica</i> .....	11
2.6.3	<i>Características dendrológicas</i> .....	11
2.6.4	<i>Distribución geográfica</i> .....	12
2.6.5	<i>Hábitat</i> .....	12
2.6.6	<i>Suelo</i> .....	12
2.6.7	<i>Fenología</i> .....	12
2.6.8	<i>Importancia ecológica</i> .....	13
2.6.9	<i>Importancia económica</i> .....	13
2.6.10	<i>Plagas y enfermedades</i> .....	14

## CAPÍTULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterización del lugar.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Área de estudio.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Ubicación geográfica .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Condiciones climáticas .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2</b>	<b>Materiales y equipos.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.1</b>	<b><i>Materiales de campo</i>.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.2</b>	<b><i>Insumos</i>.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.3</b>	<b><i>Material experimental</i>.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.4</b>	<b><i>Equipos de oficina</i> .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.1</b>	<b><i>Factores en estudio</i> .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.1.1</b>	<b><i>Tratamientos pre germinativos</i>.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.1.2</b>	<b><i>Sustratos</i> .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4</b>	<b>Diseño experimental .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4.1</b>	<b><i>Estructura bifactorial</i> .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4.2</b>	<b><i>Esquema de los tratamientos en estudio</i> .....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.3</b>	<b><i>Unidad experimental</i>.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.4</b>	<b><i>Diseño de bloques completos al azar (DBCA)</i> .....</b>	<b>20</b>
<b>3.5</b>	<b>Variables evaluadas.....</b>	<b>20</b>
<b>3.6</b>	<b>Manejo del ensayo.....</b>	<b>21</b>
<b>3.6.1</b>	<b><i>Adecuación del invernadero</i>.....</b>	<b>21</b>
<b>3.6.2</b>	<b><i>Desinfección de semillas</i>.....</b>	<b>21</b>
<b>3.6.3</b>	<b><i>Preparación de sustratos</i> .....</b>	<b>21</b>
<b>3.6.4</b>	<b><i>Enfundado</i>.....</b>	<b>22</b>
<b>3.6.5</b>	<b><i>Siembra de semillas</i> .....</b>	<b>22</b>

<b>3.7</b>	<b>Registro de datos de la investigación.....</b>	<b>22</b>
<b>3.7.1</b>	<b><i>Para la ejecución del objetivo 1.....</i></b>	<b>22</b>
<b>3.7.2</b>	<b><i>Para la ejecución del objetivo 2.....</i></b>	<b>23</b>
<b>3.7.3</b>	<b><i>Para la ejecución del objetivo 3.....</i></b>	<b>23</b>

## **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Efecto de los tratamientos en la variable porcentaje de germinación.....</b>	<b>25</b>
<b>4.2</b>	<b>Efecto de los tratamientos en la variable vegetativa altura de la planta .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Altura de la planta a los 30 días .....</i></b>	<b>27</b>
<b>4.2.2</b>	<b><i>Altura de la planta a los 45 días .....</i></b>	<b>28</b>
<b>4.2.3</b>	<b><i>Altura de la planta a los 60 días .....</i></b>	<b>30</b>
<b>4.3</b>	<b>Efecto de los tratamientos en la variable vegetativa diámetro a la altura del cuello .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>DAC a los 30 días.....</i></b>	<b>32</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>DAC a los 45 días.....</i></b>	<b>33</b>
<b>4.3.3</b>	<b><i>DAC a los 60 días.....</i></b>	<b>35</b>
<b>4.4</b>	<b>Efecto de los tratamientos en la variable vegetativa número de hojas .....</b>	<b>36</b>
<b>4.4.1</b>	<b><i>Número de hojas a los 30 días.....</i></b>	<b>36</b>
<b>4.4.2</b>	<b><i>Número de hojas a los 45 días.....</i></b>	<b>36</b>
<b>4.4.3</b>	<b><i>Número de hojas a los 60 días.....</i></b>	<b>37</b>
<b>4.5</b>	<b>Análisis económico.....</b>	<b>38</b>
<b>4.6</b>	<b>Discusión.....</b>	<b>39</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2-1:</b> Taxonomía del guayacán ( <i>T. chrysantha</i> ).....	11
<b>Tabla 3-1:</b> Descripción del factor en estudio A (Tratamiento pre germinativo).....	17
<b>Tabla 3-2:</b> Descripción del factor en estudio B (Sustrato).....	18
<b>Tabla 3-3:</b> Descripción del arreglo bifactorial .....	18
<b>Tabla 3-4:</b> Conformación y descripción de los tratamientos en estudio .....	19
<b>Tabla 3-5:</b> Tratamientos en un Diseño de Bloques Completos al Azar .....	20
<b>Tabla 3-6:</b> Variables de evaluación en el ensayo .....	20
<b>Tabla 4-1:</b> Análisis de la varianza para la variable porcentaje de germinación.....	25
<b>Tabla 4-2:</b> Promedio de la variable porcentaje de germinación por efecto de los tratamientos pre germinativos.....	25
<b>Tabla 4-3:</b> Promedio de la variable porcentaje de germinación por efecto de los sustratos.....	26
<b>Tabla 4-4:</b> Análisis de la varianza para la variable altura de la planta a los 30 días .....	27
<b>Tabla 4-5:</b> Promedio de la variable altura de la planta por efecto de los tratamientos pre germinativos a los 30 días.....	27
<b>Tabla 4-6:</b> Promedio de la variable altura de la planta por efecto de los sustratos .....	28
<b>Tabla 4-7:</b> Análisis de la varianza para la variable altura de la planta a los 45 días .....	29
<b>Tabla 4-8:</b> Promedio de la variable altura de la planta por efecto de los tratamientos pre germinativos a los 45 días.....	29
<b>Tabla 4-9:</b> Promedio de la variable altura por efecto de los sustratos a los 45 días.....	29
<b>Tabla 4-10:</b> Análisis de la varianza para la variable altura de la planta a los 60 días .....	30
<b>Tabla 4-11:</b> Promedio de la variable altura de la planta por efecto de los tratamientos pre germinativos.....	31
<b>Tabla 4-12:</b> Promedio de la variable altura de la planta por efecto de los sustratos .....	31
<b>Tabla 4-13:</b> Promedio del DAC por efecto de los tratamientos pre germinativos .....	32
<b>Tabla 4-14:</b> Promedio del DAC por efecto de los sustratos.....	33
<b>Tabla 4-15:</b> Promedio del DAC por cada tratamiento a los 30 días.....	33
<b>Tabla 4-16:</b> Promedio del DAC por efecto de los tratamientos pre germinativos .....	34

<b>Tabla 4-17:</b> Promedio del DAC por efecto de los sustratos.....	34
<b>Tabla 4-18:</b> Promedio del DAC por cada tratamiento a los 45 días.....	34
<b>Tabla 4-19:</b> Promedio del DAC por efecto de los tratamientos pre germinativos .....	35
<b>Tabla 4-20:</b> Promedio del DAC por efecto de los sustratos.....	35
<b>Tabla 4-21:</b> Promedio del DAC por cada tratamiento a los 60 días.....	36
<b>Tabla 4-22:</b> Prueba de Friedman en el número de hojas a los 45 días .....	37
<b>Tabla 4-23:</b> Prueba de Friedman en el número de hojas a los 60 días .....	37
<b>Tabla 4-24:</b> Análisis de dominancia.....	38
<b>Tabla 4-25:</b> Tasa Marginal de Retorno (%) .....	39

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 3-1:</b> Sitio y mapa de ubicación en donde se desarrolló el TIC .....	15
<b>Ilustración 3-2:</b> Esquema de la distribución de semillas empleadas en el ensayo.....	19
<b>Ilustración 4-1:</b> Porcentaje de germinación por cada tratamiento .....	26
<b>Ilustración 4-2:</b> Altura de la planta por cada tratamiento a los 30 días .....	28
<b>Ilustración 4-3:</b> : Altura de la planta por cada tratamiento a los 45 días .....	30
<b>Ilustración 4-4:</b> Altura de la planta por cada tratamiento a los 60 días .....	32

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A.** OBTENCIÓN DE LAS SEMILLAS Y SUSTRATOS

**ANEXO B.** PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS

**ANEXO C.** MEDICIÓN Y OBTENCIÓN DE VARIABLES DASOMÉTRICAS

**ANEXO D.** MEDICIÓN DE VARIABLES DASOMÉTRICAS

**ANEXO E.** SHAPIRO WILKS ALTURA DE LA PLANTA

**ANEXO F.** SHAPIRO WILKS DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO

**ANEXO G.** SHAPIRO WILKS NÚMERO DE HOJAS

**ANEXO H.** PRUEBA DE FRIEDMAN NÚMERO DE HOJAS

**ANEXO I.** GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Tabebuia chrysantha*

**ANEXO J.** VARIABLES VEGETATIVAS DE *Tabebuia chrysantha* A LOS 30 DÍAS

**ANEXO K.** VARIABLES VEGETATIVAS DE *Tabebuia chrysantha* A LOS 45 DÍAS

**ANEXO L.** VARIABLES VEGETATIVAS DE *Tabebuia chrysantha* A LOS 60 DÍAS

**ANEXO M.** ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS PARCIALES

## RESUMEN

En Ecuador son evidentes las escasas investigaciones con respecto a la aplicación de tratamientos pre germinativos y los sustratos adecuados que mejoren la germinación de semillas de *Tabebuia chrysantha* conocida como guayacán y por ende su propagación y el establecimiento de plantaciones con esta especie de importancia forestal. Es por ello que el presente trabajo de integración curricular se desarrolló con la finalidad de evaluar el efecto de dos tratamientos pre germinativos con tres sustratos en la propagación de *T. chrysantha*, a nivel de vivero. La metodología fue de tipo experimental, aplicando un diseño de bloques completos al azar con estructura bifactorial, conformado por los factores tratamiento pre germinativo y sustrato. La toma de datos de las variables evaluadas se las realizó en un periodo de 30, 45 y 60 días respectivamente. Los datos obtenidos fueron analizados en el programa InfoStat, para el respectivo análisis de la varianza, una prueba de comparación Tukey al 5 % para las variables porcentaje de germinación, altura y DAC y el análisis no paramétrico prueba de Friedman para la variable número de hojas. Se consiguió determinar que existe diferencias significativas entre los nueve tratamientos que se aplicaron en el ensayo en los tiempos determinados, tanto para la variable porcentaje de germinación, altura y diámetro a la altura del cuello; mientras que para la variable número de hojas de la planta no hubo diferencias estadísticas. Ante esta perspectiva se concluye que el tratamiento pre germinativo de inmersión de semillas en agua por 24 horas a temperatura ambiente Pb y el sustrato S1 compuesto por tierra negra y arena, tienen un efecto positivo que influye en la germinación de semillas de guayacán y el sustrato S2 compuesto por tierra negra, gallinaza y arena en el desarrollo satisfactorio de sus variables vegetativas.

**Palabras clave:** < ESPECIE FORESTAL >, < BOSQUES SECOS >, < GUAYACÁN (*Tabebuia chrysantha*) >, < PROPAGACIÓN SEXUAL >, < GALLINAZA >, < PRESUPUESTOS PARCIALES >

0156-DBRA-UPT-2024

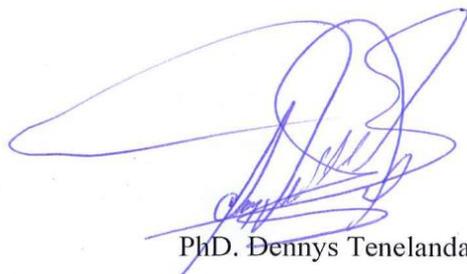


## ABSTRACT

In Ecuador, there is little research regarding applying pregerminative treatments and adequate substrates that improve the germination of seeds of *Tabebuia chrysantha* known as guayacán, and its propagation and the establishment of plantations with this species of forestry importance. This research aimed to evaluate the effect of two pregerminative treatments with three substrates on the propagation of *T. chrysantha* at the nursery level. The methodology was experimental, applying a complete randomized block design with a bifactor structure comprising the factors of pregerminative treatment and substrate. The data collection of the evaluated variables was carried out in 30, 45, and 60 days, respectively. The data obtained were analyzed in the InfoStat program for the respective analysis of variance, a 5% Tukey comparison test for the variables germination percentage, height, and DAC, and the non-parametric analysis Friedman test for the variable number of leaves. It was determined that there are significant differences between the nine treatments applied in the trial at the determined times, both for the percentage of germination, height, and diameter at neck height. At the same time, there were no statistical differences in the number of plant leaves. It was concluded that the pregerminative treatment of immersion of seeds in water for 24 hours at room temperature Pb and the substrate S1 composed of black soil and sand positively influenced the germination of guayacán seeds and the substratum S2 composed of black soil, chicken manure, and sand in the satisfactory development of its vegetative variables.

**Keywords:** <FOREST SPECIES>, <DRY FORESTS>, <GUAYACÁN (*Tabebuia chrysantha*)>, <SEXUAL PROPAGATION>, <CHENSEE>, <PARTIAL BUDGETS>.

Riobamba, January 31<sup>st</sup>, 2024



PhD. Dennys Tenelanda López

ID number: 0603342189

## INTRODUCCIÓN

El área total de bosques en el mundo es de 4 060 millones de hectáreas, que corresponde al 31 % de la superficie total de la tierra. En el periodo 2015-2020 la tasa anual de deforestación a nivel mundial se estimó en 10 millones de hectáreas; en donde América del Sur, tuvo la segunda mayor tasa anual de pérdida neta de bosques con 2,6 millones de hectáreas (FAO, 2020, pp.1-4).

Según el MAATE (2022), el Ecuador cuenta con 12,5 millones de hectáreas de bosque, de las cuales 8,9 millones se encuentran bajo alguna categoría de conservación; 4,9 millones dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas; 2,4 millones en Bosques y Vegetación Protectora y 1,6 millones en los predios con convenios de conservación. Sin embargo, la explotación no sostenible, la tala ilegal de madera y la falta de control forestal técnico, constituyen las mayores amenazas que enfrentan los bosques en Ecuador (Tufiño, 2009, p.20)., además el bosque se ve afectado por el sistema pecuario el cual es considerado una de las actividades más contaminantes, ello debido a la deforestación que se realiza para ampliar la cobertura de pastos (Silva y Jaramillo, 2022, p.1).

En Ecuador, el bosque seco presenta una alta tasa de deforestación en los últimos 28 años, perdiendo un 27,04% de su superficie al estar poco protegidos, que los ha llevado a un pobre estado de conservación y riesgo de desaparición (Rivas, 2022, p.106), afectando especies representativas en servicios ambientales como *Tabebuia chrysantha* fundamental por su capacidad en captación de carbono (Macas y Núñez, 2016, p.7).

Existen grandes superficies de bosque de *T. chrysantha* en nuestro país, por ejemplo Loja, en algunas parroquias del cantón Zapotillo se encuentran los bosques de guayacán más llamativos, abarcando más de cuarenta mil hectáreas (Turismo, 2014; citado en Palma, 2018, p.1); sin embargo, una tala maderable se ha acelerado en los bosques de guayacán para la industrialización, esto debido a que en la actualidad esta especie posee gran valor económico y comercial en el país y en el mundo, llevándola a la lista de las especies más amenazadas (Jaramillo et al., 2018, p.3-4); de igual manera, en la Planificación Estratégica Bosques Nativos En El Ecuador, se recalca que para un manejo forestal sustentable, la Normativa No. 039 de la Ley Forestal, reconoce al guayacán como una especie de aprovechamiento condicionado (Ecuador Forestal, 2007, p.29).

Osuna et al., (2017) mencionan que: “Considerando la pérdida de recursos vegetales no sólo en nuestro país sino a escala mundial, es relevante la difusión del conocimiento respecto a la propagación de plantas superiores para promover la conservación de estos recursos”

Pero, para la mayoría de las especies nativas se desconocen los requisitos y las condiciones ideales para una germinación óptima, por lo cual se requieren más estudios aplicados al respecto para dar una base sólida a cualquier programa de reforestación (Bussman, 2003; citado en Raurau, 2012, p.2); de la misma manera, Pugachi, (2022, p.2), destaca la importancia de conocer primero los datos técnicos sobre un sustrato óptimo y de la cualidad de la semilla del guayacán amarillo previos a su propagación, evaluando la tasa de germinación y de humedad, para una buena planificación en vivero y posteriormente en campo.

Los tratamientos pre germinativos brindan una alternativa para el correcto manejo y control de semillas especialmente para especies de interés forestal ya que estos procesos favorecen el tratamiento de la semilla recién recolectada o después de haber sido almacenada. Gracias a dichos tratamientos se consigue un aumento en el porcentaje de germinación de la semilla, el crecimiento adecuado y en su defecto la contribución de investigación e información importante que controle y aporte en la protección de una gran variedad de especies maderables endémicas de los bosques (Varela y Arana, 2010, p.9).

El sustrato tiene un efecto importante en el éxito del enraizamiento, y debe ser considerado como parte integral de cualquier sistema de propagación (Hartmann et al., 1992; citados en Carranza et al., 2013, p.18). Los sustratos presentan propiedades físicas, químicas y biológicas propias para un buen desarrollo de las plantas; sin embargo, aspectos como el precio, el manejo, la finalidad, la productividad y la disponibilidad de estos sustratos son factores decisivos en el éxito o fracaso en la utilización de estos (Pastor, 1999, p.231).

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del Problema

El esfuerzo en el Ecuador por fomentar el establecimiento de plantaciones del guayacán se ha visto limitada por la escasa investigación mediante la aplicación de tratamientos pre germinativos y sustratos para mejorar la germinación en semillas de esta especie. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson conocida comúnmente como guayacán, es una especie que presenta alta cotización en el mercado maderero y ha sido víctima de la sobre explotación desde tiempos pasados, es por este motivo que esta especie se encuentra en el libro rojo de especies condicionadas del Ecuador, debido a la tala indiscriminada de sus individuos, por lo que tomar acciones para propagar esta especie es necesario y fundamental para su perpetuación.

#### 1.2 Objetivos

##### 1.2.1 *Objetivo General*

Evaluar el efecto de dos tratamientos pre germinativos con tres sustratos en la propagación de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson (Guayacán), en el vivero forestal de la ESPOCH.

##### 1.2.2 *Objetivos Específicos*

Determinar el efecto de los tratamientos en el porcentaje de germinación de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson (Guayacán).

Evaluar el efecto de los tratamientos en las variables vegetativas evaluadas.

Realizar el análisis económico de los tratamientos.

#### 1.3 Justificación

Son escasas las investigaciones utilizando tratamientos pre germinativos para la propagación sexual de la especie *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson por lo que se pretende de alguna manera contribuir con información en donde se conozca el tratamiento pre germinativo óptimo,

así como el sustrato ideal capaz de entregar los mejores resultados en el porcentaje de germinación de plántulas de dicha especie.

De la misma manera, es prioritario el conocimiento adecuado sobre los sustratos, ya que la tridente semilla, tratamiento pre germinativo y sustrato, conforman una relación decisiva en cuanto a la obtención de resultados ideales en la propagación, en este caso de *T. chrysantha*, especie de gran valor tanto ecológico como comercial.

## **1.4 Hipótesis**

### ***1.4.1 Hipótesis Nula***

Los tratamientos pre germinativos y sustratos a aplicar en el ensayo, no intervienen en la germinación de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson (Guayacán).

### ***1.4.2 Hipótesis Alternante***

Al menos uno de los tratamientos pre germinativos y sustratos a aplicar en el ensayo, intervienen en la germinación de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson (Guayacán).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Propagación sexual

En la propagación sexual los elementos de propagación son las semillas. Se prefiere el termino reproducción para designar la propagación sexual. La totalidad de las especies de plantas superiores que viven en la naturaleza se reproducen por la vía de la fecundación genética, es decir, por semillas (Álvarez y Varona, 1998, p.17).

#### 2.2 Semillas

En las plantas acuáticas, aéreas y terrestres, la semilla es el órgano reproductor elemental y se encarga de desempeñar un papel fundamental en el restablecimiento, permanencia y dispersión de las comunidades de plantas, la recuperación del espacio boscoso y el progreso miento ecológico (Miranda y Villafuerte, 2016).

##### 2.2.1 *Semilla ortodoxa*

Son semillas de tamaño pequeño, con peso variable de 0,001 a 0,1 g. Presentan dormancia y por lo tanto una mayor longevidad, lo que permite que perduren durante mucho tiempo en el banco de semillas. Las especies con semillas ortodoxas producen una gran cantidad de semillas con bajo contenido de humedad, lo cual incrementa su potencial de dispersión a grandes distancias por medios abióticos (agua, viento). Estas semillas pueden ser almacenadas con facilidad durante varios años a baja temperatura de entre 5 y 18 °C o menos y con contenido de humedad residual de 5 a 7 % sin mostrar una disminución significativa de su viabilidad (Ceccon, 2013, p.26).

##### 2.2.2 *Semilla recalcitrante*

Por lo general se encuentran en especies que son tolerantes a la sombra, normalmente son grandes, con un peso que varía de 0,1 a 10 g o más, no presentan dormancia y tienen una germinación temprana. Poseen menos longevidad que las ortodoxas y al contrario de éstas, las semillas recalcitrantes no resisten el almacenaje bajo condiciones de baja temperatura y contenido de humedad debido a que pierden su viabilidad en corto tiempo (Ceccon, 2013, p.27).

### **2.2.3 Semillas de *T. chrysantha***

La semilla de esta especie es ortodoxa. Las semillas almacenadas en condiciones ambientales pierden su viabilidad en 3 meses. Se pueden almacenar en un refrigerador en bolsas plásticas cerradas herméticamente y las semillas conservarán su viabilidad por 6 meses. En recipientes de vidrio secos y herméticos a temperatura de 18°C y un control de humedad de 7-9% en cámara de almacenamiento logran conservar la viabilidad por un año (Aguilera, 2001, p.2).

## **2.3 Germinación**

La germinación se inicia con la entrada de agua en la semilla (imbibición) y finaliza con el comienzo de la elongación de la radícula (Pita y García, 1998, p.2), terminando con la visualización de la plántula viable emergiendo del suelo (Varela y Arana, 2010, p.3); es decir, las semillas una vez sembradas con oportunidad en tierras y condiciones apropiadas bajo la influencia del aire, agua y calor, germinan engendrando dos órganos opuestos, uno de los cuales se convierte en tallo y el otro en raíces (Juscafresa, 1962, p.16); sin embargo, un estado llamado dormición, latencia o letargo, impide a una semilla intacta y viable su capacidad de germinar a pesar del estado de temperatura, luz y humedad, condiciones necesarias para el brote (Varela y Arana, 2010, p.3); dicha latencia se la puede romper gracias a algunos procedimientos denominados tratamientos pre germinativos (Arnold, 1996, p.123).

Además, es importante saber que, para que las semillas contengan un máximo poder germinativo deben ser recogidas en pleno estado de madurez, el cual se caracteriza por la caída natural del fruto o por su apertura si es dehiscente (Juscafresa, 1962, p.14).

## **2.4 Tratamientos pre germinativos**

En algunas semillas de varias especies se encuentra un bloqueo natural llamado latencia y las plántulas no germinan inmediatamente, por lo que los tratamientos pre germinativos aplicados en semillas de árboles aceleran y aumentan su germinación (Hernández et al., 2001, p. 13), disminuyendo aquel bloqueo natural y permitir el ablandamiento y el desplegamiento de la capa protectora sin lesionar al embrión ni al endosperma que se encuentran en su interior (Solano, 2020, p.6), por lo tanto, la pre germinación es una alternativa para disminuir el monto de las pérdidas y problemáticas ocasionadas por emergencia desuniforme, la misma que varía de acuerdo con la especie (Cortéz et al., 2011, p.346).

Entonces, se podría decir que los tratamientos pre germinativos aplicados a semillas, se evalúan con la finalidad de observar su capacidad germinativa, disminuir el tiempo medio de germinación, uniformizar la germinación y aumentar el valor germinativo (Flores et al., p.88).

#### **2.4.1 Lixiviación**

Es la inmersión de las semillas en agua natural para eliminar los distintos inhibidores que se encuentran en la cáscara. Este tratamiento se lo utiliza para suavizar la testa de la semilla, en donde los tiempos de inmersión varían desde las 12 a las 72 horas y pueden requerir cambios de agua frecuentes (Patiño et al., 1983, p.181; citados en Varela y Arana, 2010, p.6).

#### **2.4.2 Tratamientos a temperatura**

Es el remojo realizado en agua al ambiente, aunque también se pueden obtener resultados aceptables con agua en temperaturas elevadas, es decir, las semillas se las colocan en un recipiente que contenga agua en ebullición y esperar por un determinado tiempo mientras se consigue el enfriamiento a la temperatura ambiente en unas doce horas (Varela y Arana, 2010, p.7).

#### **2.4.3 Escarificación**

Las semillas de muchas especies maderables no emergen porque sus cáscaras y cubiertas de semilla es fuerte e imposibilitan el acceso de agua y las semillas únicamente consiguen germinar al aplicarles rascamiento o escarificación, la cual ablanda y quiebra el recubrimiento externo de la semilla permitiendo el ingreso de agua y aire en su interior (Varela y Arana, 2010, p.6).

#### **2.4.4 Escarificación mecánica**

Tiene la finalidad de desgastar la cobertura externa de la semilla empleando papel de lija. Cuando son grandes cantidades de semillas se emplean artefactos específicos forrados en su interior con lijas combinadas con gravilla o ripio pedroso (Varela y Arana, 2010, p.6).

#### **2.4.5 Escarificación química**

Las semillas son sumergidas en ciertas composiciones químicas durante cortos periodos de tiempo que oscilan entre los 15 minutos y 2 horas. Una vez secadas las semillas son situadas en envases plásticos cubiertos en ácido sulfúrico concentrado, agitándolo hasta conseguir resultados

homogéneos. Al concluir el tratamiento las semillas son enjuagadas con bastante agua luego de haber escurrido todo el ácido sulfúrico (Varela y Arana, 2010, p.6).

## **2.5 Sustratos**

Según Pastor (1999), el sustrato es aquel sólido material distinto del suelo, orgánico, mineral, natural o artificial, el cual, puesto en un recipiente, puro o mixto, posibilita la fijación del sistema radicular de la planta en dicho sustrato.

Un buen sustrato de siembra debe contener un cierto porcentaje de materia orgánica descompuesta o humus, y una buena fertilidad, pero no excesiva. La tierra empleada debe ser fresca (franco-arenosa), es decir, debe contener aproximadamente un 40-65 % de arena, 25-60 % de limo y no más del 20 % de arcilla (Álvarez y Varona, 1998, p. 116).

### **2.5.1 Cualidades de los sustratos**

Para Álvarez y Varona (1998), un buen sustrato debe reunir las siguientes cualidades:

\_Buen drenaje y al mismo tiempo, la retención de humedad necesaria para el desarrollo de las plantas, manteniendo una cohesión que evite desmoronarse al manipularse sin envase.

\_No debe formar barro cuando se riega, ni endurecerse agrietándose o desmoronándose al secarse.

\_No contendrá materia orgánica sin descomponer, y ni piedras ni semillas de otras plantas, o elementos patógenos.

\_Su pH será el adecuado a la especie que se vaya a sembrar.

\_Tendrá un nivel nutricional apropiado a la especie que se maneje.

### **2.5.2 Propiedades de los sustratos**

#### **2.5.2.1 Propiedades físicas**

Estas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento (Pastor, 1999, p. 232).

Algunas de las más destacadas son:

\_Densidad real y aparente

\_Distribución granulométrica

\_Porosidad y aireación

\_Retención de agua

\_Permeabilidad

\_Distribución de tamaños de poros

\_Estabilidad estructural

#### 2.5.2.2 *Propiedades químicas*

Estas propiedades vienen definidas por la composición elemental de los materiales; éstas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del mismo (Pastor, 1999, p. 232).

Entre las características químicas de los sustratos destacan:

\_Capacidad de intercambio catiónico

\_pH

\_Capacidad tampón

\_Contenido de nutrientes

\_Relación C/N

### 2.5.2.3 *Propiedades biológicas*

Se refiere a propiedades dadas por los materiales orgánicos, cuando éstos no son de síntesis son inestables termodinámicamente y, por lo tanto, susceptibles de degradación mediante reacciones químicas de hidrólisis, o bien, por la acción de microorganismos (Burés, 1999; citado en Pastor, 1999, p. 232).

Entre las características biológicas destacan:

\_Contenido de materia orgánica

\_Estado y velocidad de descomposición

### 2.5.3 *Gallinaza*

Es un concentrado orgánico de rápida acción, posee todos los nutrientes necesarios para la fertilización de las plantas. Varios estudios indican que con el uso de gallinaza se obtienen mayores y mejores producciones, debido a que incrementa los niveles de fósforo en el suelo, no obstante, es necesario recalcar que la efectividad de este abono dependerá en gran parte de la dieta y el manejo suministrado a las aves (Estrada, 2005; citado en Vásquez, 2021, p.14).

### 2.5.4 *Aserrín*

El aserrín puro, usado como sustrato, puede presentar problemas por exceso de humedad y escasa aireación, por lo que se recomienda utilizarlo en mezclas con materiales con partículas más gruesas. Las cualidades del aserrín para uso como sustrato dependen de la especie maderable procesada, del tiempo y las condiciones de almacenamiento, y el contenido de taninos que puede reducir el crecimiento radicular (Carcaño, 2021, p.28).

### 2.5.5 *Arena de río*

Es el material pétreo que permite aumentar el drenaje de un sustrato, mejorando fácilmente la filtración de líquidos como el agua, evitando que se compacte y mejorando así el crecimiento normal de las raíces de la planta (Oliva et al., 2014, pp.13).

De las diversas arenas existentes, la de río es la más adecuada como sustrato para los cultivos. Sin embargo, su costo suele ser elevado en algunas localidades y por tanto se utiliza normalmente

sólo para ensayos o donde ésta es muy económica. El tamaño de los granos deberá estar comprendido entre 0,5 y 2 milímetros (Delaat, 1979; citado en Llerena, 2007, p.22).

## 2.6 Especie *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson “Guayacán”

El guayacán *Tabebuia Chrysantha* (Jacq.) Nicholson, es originario de América tropical, se distribuye desde México hasta Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. Se encuentra en las tierras bajas hacia las zonas de pie de montañas, con clima seco a húmedos (CITES, 2002; citado en Navarrete, 2015, p.5).

### 2.6.1 Nombres comunes

Guayacán, guayacán de montaña, guayacán de la costa, oreja de león (Aguirre, 2012, p.23).

### 2.6.2 Clasificación taxonómica

Según Trópicos (1887), el guayacán presenta la siguiente taxonomía:

**Tabla 2-1:** Taxonomía del guayacán (*T. chrysantha*)

<b>Clase:</b>	Equisetopsida C. Agardh
<b>Subclase:</b>	Magnoliidae Novák ex Takht.
<b>Superorden:</b>	Asteranae Takht.
<b>Orden:</b>	Lamiales Bromhead
<b>Familia:</b>	Bignoniaceae
<b>Género</b>	<i>Tabebuia</i> Gomes ex DC.
<b>Nombre científico:</b>	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson

Fuente: Trópicos, 2022

### 2.6.3 Características dendrológicas

Según Aguirre (2012, p.23), *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson presenta las siguientes características botánicas y dendrológicas:

Árbol. - caducifolio de entre 12-20 metros de altura, 20-40 cm de DAP y escasamente ramificado.

Tronco. – fuste recto y cilíndrico con corteza fisurada pardo-oscuro y posee una copa ampliamente esparcida e irregular.

Hojas. – son palmeadas y compuestas, opuestas, tiene ápice agudo y bordes aserrados. Tiene 5 foliolos de hasta 12 centímetros de longitud, envés áspero y ligeramente pubescente por el envés.

Flores. – flor tabular de cinco centímetros de longitud, posee pedúnculo, un cáliz de cinco sépalos café y corola de cinco pétalos amarillos. Su inflorescencia es racimosa.

Fruto. – es una capsula cilíndrica pubescente similar a una vaina de hasta 25 centímetros de longitud, verde cuando está tierna y café cuando es madura la cual contiene abundantes semillas aladas dentro de su interior.

#### **2.6.4 Distribución geográfica**

Esta especie habita en laderas, planicies y hondonadas del bosque seco. Crece entre 0 hasta los 2000 msnm, en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Loja, Esmeraldas, Manabí, Guayas, Los Ríos, El Oro, Sucumbíos, Napo, Pastaza y Morona Santiago (Jorgensen y León, 1999; citados en Aguirre, 2012, p.23).

#### **2.6.5 Hábitat**

Se encuentra desde el bosque siempre verde de suelos bajos del oriente hasta los bosques secos pluvi estacionales y bosques secos andinos (Aguirre, 2012, p.23).

#### **2.6.6 Suelo**

Las características edáficas favorables para la especie son muy variadas de acuerdo al piso altitudinal, entre éstas se destacan suelos francos a franco-arenoso liviana con buen drenaje y un pH. 6,0 a 8,5 (Gonzales, 2012, p.30).

#### **2.6.7 Fenología**

En plantas, fenología trata y estudia aquellos eventos vegetativos y reproductivos como fertilización, brotación, expansión de foliolos, florecimiento, formación de frutos, fecundación, dispersión de semillas y propagación, cada uno de estos eventos ocurre en su propio espacio del calendario, pero claramente existe cierta interdependencia entre ellos (Fenner, 1998, p. 78).

Wong (2016, p.1), menciona que existe escasos estudios en patrones fenológicos en algunas especies maderables del país, impidiendo la conservación del estrato arbóreo y el manejo de sus recursos.

Un estudio fenológico en *T. chrysantha* realizado en la reserva ecológica de Arenillas, provincia de El Oro, indica que se estudiaron 40 individuos con un DAP de 8,02 a 69, 90 cm. La toma de datos inició en diciembre del año 2014, en temporada de sequía, cuando se encontraban sin foliolos la mayor parte de los individuos. Desde enero iniciaron las primeras lluvias y con ellas los primeros brotes de hojas constantemente hasta el mes de agosto. La caída de hojas se mantuvo desde septiembre a octubre trayendo consecuentemente los primeros brotes florales y flores abiertas durando menos de un mes, siendo el evento más corto. Para enero del 2015 se presentó la fructificación madura en todos los ejemplares, dejando caer sus semillas dehiscentes algunos de ellos (Wong, 2016, p.20).

### **2.6.8 Importancia ecológica**

*T. chrysantha* es una especie característica del bosque seco del país y su abundancia depende del grado de intervención antrópica y el factor climático y especialmente la precipitación (Macas y Núñez, 2016, p.15); y según criterios de Rasal et al. (2011), el área del bosque seco es considerada una zona de importancia ecológica y biológica, por ser un ecosistema singular, muy amenazado y poco conocido, con presencia de especies endémicas y un importante grado de diversidad local y regional en una superficie cada vez más reducida; por esta razón ha sido incluido recientemente entre los hotspots “puntos calientes” del mundo para el estudio y conservación de este ecosistema.

Los estudios en ecosistemas de bosques secos y de especies forestales tienen gran valor para la conservación de la biodiversidad dentro de áreas naturales como el almacenamiento de carbono, siendo la mayoría de los estudios en ecosistemas de bosques húmedos y páramos (Macas y Núñez, 2016, p. 46).

### **2.6.9 Importancia económica**

Los autores Gómez & Groot (2007, p.5), mencionan que “la naturaleza genera numerosos bienes y servicios para el bienestar humano. Algunos de los beneficios que nos generan los ecosistemas se obtienen a través de los mercados, mientras que otros son consumidos o disfrutados por los humanos sin la mediación de transacciones mercantiles”

El ecoturismo en la Reserva Ecológica de Arenillas (REAR) tiene gran potencial económico, por ser uno de los escenarios en el que se puede presenciar el florecimiento del guayacán amarillo (Macas y Núñez, 2016, p.14).

El guayacán es una de las maderas más duras y pesadas, por lo que es difícil de cepillar y cortar y tiene la ventaja de ser muy durable y resistente a las termitas y al agua salada (Aguilera, 2001, p.2). La madera es utilizada para ebanistería, mueblería, parquet, estructuras y construcciones rurales, las hojas y flores secas son forraje para ganado vacuno y caprino, las flores en infusión se usan como tratamiento de la hepatitis y la corteza en cocción ayuda a aliviar la osteoporosis (Motto 2005; citado en Aguirre, 2012, p.23).

#### ***2.6.10 Plagas y enfermedades***

Hay insectos o enfermedades que atacan con tal virulencia en los viveros que hacen fracasar la propagación planificada, estos factores bióticos son a veces acentuados por los factores climáticos, o por la no adopción de medidas higiénicas adecuadas por parte de los encargados de la protección forestal (Álvarez y Varona, 1998, p. 23).

El principal problema es con especies de hormigas (como *Formica* spp. y *Atta* spp.) y de termitas (*Neotermes castaneus*), se controlan con clordano y heptacloro y en cuanto a enfermedades puede haber problemas con hongos del género *Sclerotium*, que causan necrosis y damping-off en donde el control es a base de Manzate 200 y Arribo, además, se reportan daños a las semillas por gorgojos (*Amblycerus* sp.) (Aguilera, 2001, p.4).

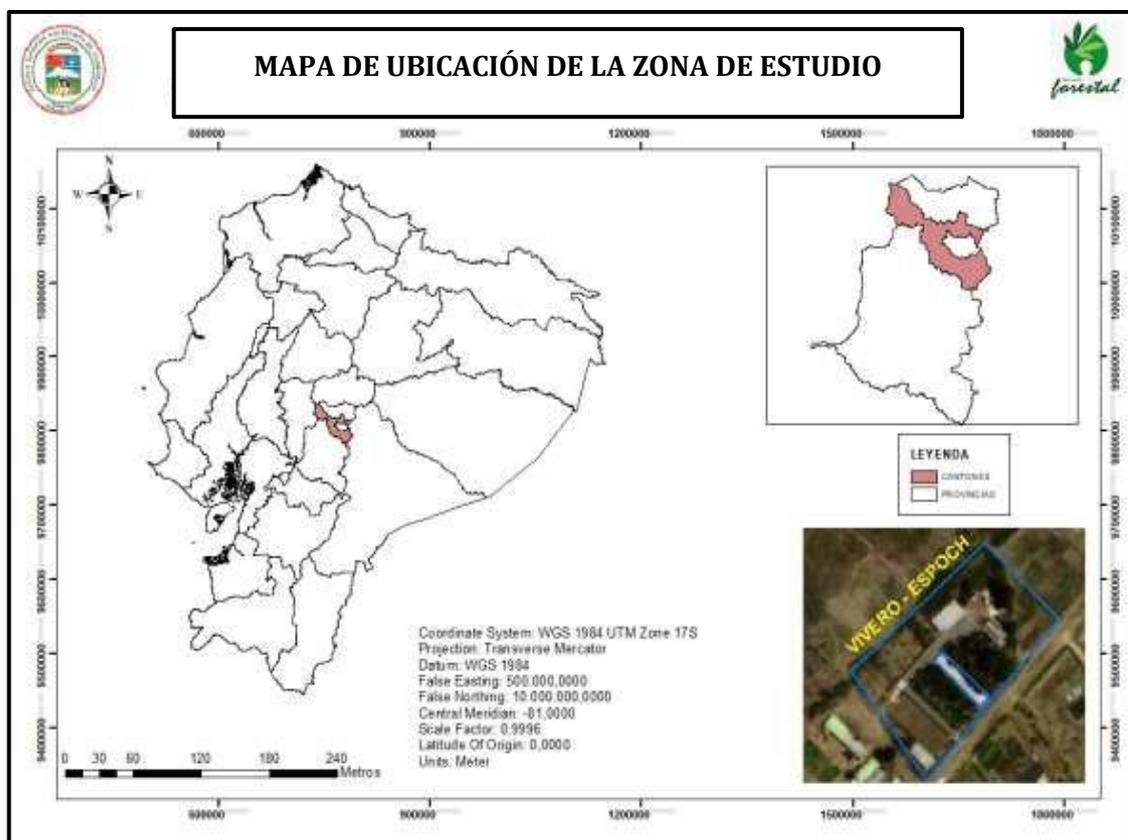
## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Caracterización del lugar

##### 3.1.1 Área de estudio

La experimentación se la efectuó en un invernadero de la carrera Forestal, en la ESPOCH, ubicada en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo.



**Ilustración 3-1:** Sitio y mapa de ubicación en donde se desarrolló el TIC

Fuente: (López, 2021, p. 13)

##### 3.1.2 Ubicación geográfica

Altitud: 2 750 msnm.

Coordenadas UTM - X: 78°40'50.29"O

Coordenadas UTM - Y: 1°39'4.20"S

### **3.1.3 Condiciones climáticas**

El sitio en el cual se realizó el estudio presenta las siguientes condiciones climáticas:

Temperatura media anual: 14° centígrados.

Humedad relativa media diaria: 62.1 %

Precipitación media anual: 560 mm.

## **3.2 Materiales y equipos**

### **3.2.1 Materiales de campo**

\_Tamiz

\_Pala

\_Carretilla

\_Metro

\_Regadera

\_Fundas de polietileno

\_Plástico de invernadero

\_Calibrador digital pie de rey

### **3.2.2 Insumos**

\_Arena de río

\_Aserrín

\_Tierra negra

\_Gallinaza

\_Desinfectante de sustrato y semilla

### **3.2.3 Material experimental**

\_Semillas de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson “guayacán”

\_Dos tratamientos pre germinativos

\_Tres diferentes sustratos.

### 3.2.4 Equipos de oficina

- \_Cámara fotográfica
- \_Computadora laptop
- \_Calculadora
- \_Impresora
- \_Papel
- \_Esferos

### 3.3 Metodología

El estudio se centró en determinar el porcentaje de germinación de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson más conocido como “guayacán” al aplicar a sus semillas dos tratamientos pre germinativos y de esta manera conocer el de mejor resultado, para la propagación sexual de la misma.

#### 3.3.1 Factores en estudio

##### 3.3.1.1 Tratamientos pre germinativos

La tabla 3-1 abarca el primer factor en estudio en donde se describe el tratamiento pre germinativo utilizado. La escarificación del tratamiento pre germinativo Pa consiste en eliminar el ala o membrana que rodea la semilla de *T. chrysantha* para posteriormente someterla a inmersión en agua a temperatura ambiente. En el tratamiento pre germinativo Pb se utilizó únicamente inmersión de la semilla en agua a temperatura ambiente y el tratamiento Pc funcionó como testigo.

**Tabla 3-1:** Descripción del factor en estudio A (Tratamiento pre germinativo)

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Pa	Escarificación mecánica e inmersión en agua a temperatura ambiente por 8 horas.
Pb	Inmersión de las semillas por 24 horas en agua a temperatura ambiente.
Pc	No se le aplicó ningún tratamiento (testigo).

Realizado por: Ramón, J, 2023.

### 3.3.1.2 Sustratos

En el segundo factor en estudio sustrato, se describen las proporciones de (tierra negra, arena de río y gallinaza) para la conformación de tres diferentes sustratos que se utilizaron en el ensayo.

**Tabla 3-2:** Descripción del factor en estudio B (Sustrato)

<b>CÓDIGO</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>PROPORCIÓN</b>
S1	Tierra negra	50 %
	Arena de río	50 %
S2	Tierra negra	25 %
	Arena de río	50 %
	Gallinaza	25 %
S3	Tierra negra	100 %

Realizado por: Ramón, J, 2023.

## 3.4 Diseño experimental

La experimentación se la llevó a cabo aplicando un DBCA (Diseño de Bloques Completos al Azar), diseño experimental factorial.

### 3.4.1 Estructura bifactorial

El diseño se conformó por dos factores en estudio, el A (T. pre germinativo) y el B (Sustrato) con una estructura bifactorial, los cuales al combinarlos resultaron nueve tratamientos para ensayo.

**Tabla 3-3:** Descripción del arreglo bifactorial

<b>FACTOR A: TRATAMIENTO PRE GERMINATIVO</b>	<b>FACTOR B: SUSTRATO</b>	<b># DE SEMILLAS</b>	<b>TRATAMIENTO</b>
Pa	S1	7	T1: PaS1
Pa	S2	7	T2: PaS2
Pa	S3	7	T3: PaS3
<b>Pb</b>	<b>S1</b>	<b>7</b>	<b>T4: PbS1</b>
<b>Pb</b>	<b>S2</b>	<b>7</b>	<b>T5: PbS2</b>
<b>Pb</b>	<b>S3</b>	<b>7</b>	<b>T6: PbS3</b>
Pc	S1	7	T7: PcS1
Pc	S2	7	T8: PcS2
Pc	S3	7	T9: PcS3

Realizado por: Ramón, J, 2023.

### 3.4.2 Esquema de los tratamientos en estudio

En la siguiente tabla se aprecia la descripción de cada tratamiento aplicado en el ensayo, es decir, cada uno de los tratamientos pre germinativos fusionado con cada sustrato correspondiente.

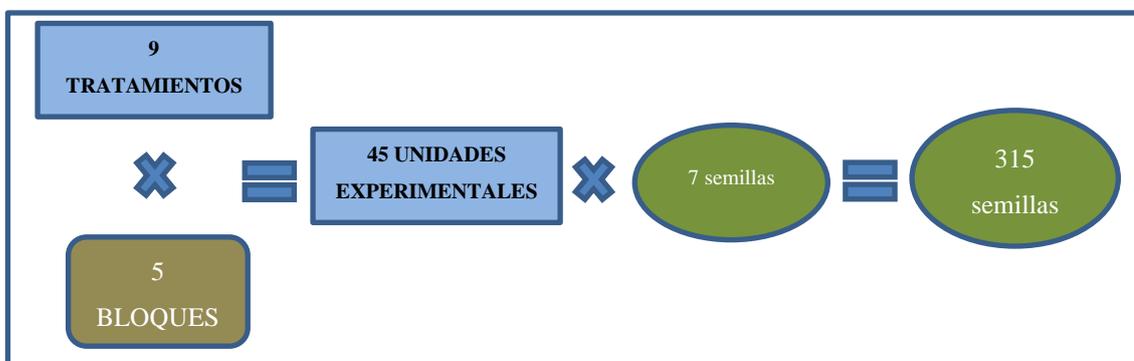
**Tabla 3-4:** Conformación y descripción de los tratamientos en estudio

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
T 1	Tierra negra 50 % + arena 50 %; Escarificación mecánica e inmersión en agua a temperatura ambiente por 8 horas.	PaS1
T 2	Tierra negra 25 % + arena 50 % + gallinaza 25 %; Escarificación mecánica e inmersión en agua a temperatura ambiente por 8 horas.	PaS2
T 3	Tierra negra 100 %; Escarificación mecánica e inmersión en agua a temperatura ambiente por 8 horas.	PaS3
T 4	Tierra negra 50 % + arena 50 %; Inmersión de las semillas por 24 horas en agua a temperatura ambiente.	PbS1
T 5	Tierra negra 50 % + arena 25 % + gallinaza 25 %; Inmersión de las semillas por 24 horas en agua a temperatura ambiente.	PbS2
T 6	Tierra negra 100 %; Inmersión de las semillas por 24 horas en agua a temperatura ambiente.	PbS3
T 7	Tierra negra 50 % + arena 50 %; No se le aplicará ningún tratamiento (testigo).	PcS1
T 8	Tierra negra 25 % + arena 50 % + gallinaza 25 %; No se le aplicará ningún tratamiento (testigo).	PcS2
T 9	Tierra negra 100 %; No se le aplicará ningún tratamiento (testigo).	PcS3

Realizado por: Ramón, J, 2023.

### 3.4.3 Unidad experimental

Cada unidad experimental tuvo un tamaño de 7 semillas; constó de 9 tratamientos y 5 bloques (es decir, 5 repeticiones); por ende, el número total de semillas empleadas en el ensayo fue de 315.



**Ilustración 3-2:** Esquema de la distribución de semillas empleadas en el ensayo

Realizado por: Ramón, J, 2023.

### 3.4.4 Diseño de bloques completos al azar (DBCA)

Cada uno de los tratamientos fue ubicado en un bloque diferente, de tal manera que su ubicación no sea la misma en ninguno de los cinco bloques, con la finalidad de que todos los tratamientos se encuentren en condiciones similares (ejm: luz, humedad, aireación etc.), es decir, aleatoriamente sin favorecer a ningún tratamiento en específico.

**Tabla 3-5:** Tratamientos en un Diseño de Bloques Completos al Azar

BLOQUE A	BLOQUE B	BLOQUE C	BLOQUE D	BLOQUE E
T7	T3	T5	T1	T9
T9	T7	T8	T5	T6
T4	T5	T6	T2	T3
T2	T1	T4	T7	T5
T5	T4	T1	T9	T8
T6	T9	T3	T8	T2
T1	T6	T7	T3	T4
T8	T2	T9	T4	T1
T3	T8	T2	T6	T7

Realizado por: Ramón, J, 2023.

### 3.5 Variables evaluadas

Los datos que se tomaron en el ensayo fueron en base a las variables vegetativas que se presentaron en la especie *T. chrysantha*. De igual manera se estimó los costos de producción para cada tratamiento.

**Tabla 3-6:** Variables de evaluación en el ensayo

VARIABLES DE EVALUACIÓN	UNIDADES
Porcentaje de germinación	(%)
Altura de la planta	Centímetros (cm)
Diámetro a la altura del cuello	Milímetros (mm)
Número de hojas	Unidad enteros (#)
Costos de Producción	Dólares (\$)

Realizado por: Ramón, J, 2023.

### **3.6 Manejo del ensayo**

#### **3.6.1 *Adecuación del invernadero***

Fue necesario la división de cinco espacios los cuales conformarían los bloques. Cada bloque se lo separó del siguiente a una distancia de 50 centímetros, permitiendo que las plántulas se encuentren en condiciones adecuadas ya que en sus primeras fases de desarrollo requieren de cuidados y factores climáticos especiales.

#### **3.6.2 *Desinfección de semillas***

Aunque en el mercado existe una variada lista de productos tanto orgánicos como sintéticos en la aplicación de desinfección de semillas, en el presente estudio se aplicó dos gramos del desinfectante Predostar por cada kilogramo de semilla, para el control de posibles patógenos que atenten contra el bienestar de las semillas.

#### **3.6.3 *Preparación de sustratos***

Se utilizaron tres diferentes sustratos:

Arena de río. – se recolectaron aproximadamente 100 Kg del material arenoso en el río Tuna Chiguaza, ubicado en el cantón Huamboya, provincia de Morona Santiago.

Tierra negra. – su adquisición se la realizó en el cantón Riobamba provincia de Chimborazo.

Gallinaza. – la gallinaza se la adquirió en la comunidad San Luis – vía a Macas, a las afueras del cantón Riobamba.

Para la preparación de cada uno de los sustratos empleados en el ensayo, se utilizó un balde de 20 litros (0,02 m<sup>3</sup>) para medir las proporciones más exactas posibles de cada uno de los componentes, tal como se lo indica en la tabla 3-2. Posteriormente se realizó una mezcla homogénea de los componentes con la ayuda de una pala, para consecuentemente almacenar cada sustrato resultante encima de un plástico diferente, de tal manera que se encuentre listo para el enfundado de acuerdo con el tratamiento correspondiente.

### **3.6.4 *Enfundado***

Se enfundaron 315 fundas negras de polietileno de 4 x 6 centímetros, con los sustratos correspondientes a cada tratamiento, al mismo tiempo que se lo fue ubicando en cada bloque y tratamiento correspondiente, realizando la respectiva desinfección del sustrato utilizando el fungicida Vitavax a una relación recomendada de 1 ml / litro de agua.

### **3.6.5 *Siembra de semillas***

Primeramente, a las semillas se le aplicaron los tratamientos pre germinativos prescritos anteriormente de acuerdo al tratamiento correspondiente. Por consiguiente, se realizó el método de siembra directa de forma manual a una profundidad superficialmente aproximada de medio centímetro, recubriendo a las semillas con una capa fina del sustrato.

Luego de la siembra se le aplicó riego utilizando un atomizador para evitar que la semilla se destape, simplemente para mantener húmedo el sustrato durante el tiempo de germinación evitando el exceso o la deficiencia de agua.

## **3.7 *Registro de datos de la investigación***

Los datos fueron registrados en los tiempos ya predispuestos. Para el porcentaje de germinación una vez que las semillas hayan alcanzado la máxima germinación y para las variables vegetativas un registro a los 30, 45 y 60 días. Una vez que se tomaron los datos de campo, cabe resaltar que antes de realizar un análisis de la varianza se realizó la verificación del supuesto de normalidad de los datos de las variables de estudio por medio de la prueba de Shapiro Wilks modificado, haciendo uso del programa InfoStat. De esta manera se utilizó un Análisis de la Varianza y la prueba de comparación de Tukey al cinco por ciento para diferenciar los promedios de las variables o un análisis no paramétrico Prueba de Friedman, de acuerdo al caso que se presentó durante el análisis de datos.

### **3.7.1 *Ejecución del primer objetivo***

Determinar el efecto de los tratamientos en el porcentaje de germinación de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson (Guayacán).

Para la determinación del efecto de los tratamientos en el porcentaje de germinación de *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson, conocido como guayacán, se realizó el registro del número de

semillas germinadas por cada tratamiento. La germinación inició a los nueve días y terminó a los 15 días después de haber sido sembradas sus semillas, siendo evaluada en este caso la variable porcentaje de germinación.

Para la determinación de dicha variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\# \text{ de semillas germinadas}}{\# \text{ de semillas sembradas}} \times 100$$

### **3.7.2 Ejecución del segundo objetivo**

Evaluar el efecto de los tratamientos en las variables vegetativas evaluadas.

Se evaluaron las siguientes variables vegetativas: altura de la planta, diámetro a la altura del cuello y número de hojas.

Altura de la planta. – Se realizó el inventario de datos de altura de la planta a cabo de 30 días, después en 45 días y por último a los 60 días posteriores de haber sido sembradas sus semillas, en donde se hizo uso de un flexómetro manual, midiendo la altura vertical desde la base hasta el ápice de la planta en unidades centímetros.

Diámetro a la altura del cuello (DAC). - Para el enlistamiento de datos del DAC de la plántula se apuntó los valores al cabo de 30 días, posteriormente en 45 días y terminando a los 60 días posteriores de haber sido sembradas sus semillas, con la ayuda de un Calibrador Vernier Digital electrónico.

Número de hojas. – Se realizó el conteo del número de hojas de la plántula, es decir, la aparición de las primeras hojas verdaderas a la edad de 30 días, luego a 45 días y consecuentemente a los 60 días de haber sido sembradas sus semillas.

### **3.7.3 Ejecución del tercer objetivo**

Realizar el análisis económico de los tratamientos.

La metodología de presupuestos parciales es una forma de análisis económico importante porque considera que los costos varían entre diferentes tratamientos provenientes de ensayos agrícolas, sin tener que llegar de forma directa a la producción (Ávalos y Villalobos, 2018, p. 95).

La utilización de un análisis económico por medio de presupuestos parciales tiene como referente la diferencia entre ingresos y costos variables, para diferenciar un tratamiento de otro en un mismo ensayo, lo que, representa una ventaja importante en virtud de la menor cantidad de información económica necesaria para llegar a conclusiones relevantes. Ejemplos específicos de estos costos son: mano de obra, alquiler del equipo de aplicación, el producto y la cantidad utilizada para la aplicación (Perrin et al., 1976, Calvo y Siman, 1993; citados en Ávalos y Villalobos, 2018, p. 96).

Para el análisis de los tratamientos se procedió a las siguientes estimaciones:

Se ordenó los tratamientos de investigación para la estimación de costos que varían por tratamiento.

Se estimaron los rendimientos económicos de costos variables de los tratamientos.

Se determinó el beneficio neto de cada uno de los tratamientos.

Se evaluó el análisis de no dominancia y dominancia.

Se calculó la Tasa Marginal de Retorno de los Tratamientos.

## CAPÍTULO IV

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

Al realizar la prueba formal del supuesto de normalidad (Shapiro-Wilks), se obtuvieron (p-valor) mayores a 0,05, comprobando que los residuos de las variables porcentaje de germinación, altura y DAC de la planta se distribuyen normalmente abriendo la puerta para realizar ANOVA.

#### 4.1 Efecto de los tratamientos en la variable porcentaje de germinación

Al realizar el análisis de la varianza para la variable porcentaje de germinación, se detectaron diferencias estadísticas, tanto para el factor A (tratamiento pre germinativo) como para el factor B (sustrato), no obstante, en la interacción (T. pre germinativo\*Sustrato) no fue significativamente diferente con un p-valor ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 4-1:** Análisis de la varianza para la variable porcentaje de germinación

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>T.pre germinativo</b>	12850,66	2	6425,33	81,26	<0,0001
<b>Sustrato</b>	2022,74	2	1011,37	12,79	0,0001
<b>T.pre germinativo*Sustrato</b>	99,80	4	24,95	0,32	0,8655
<b>Error</b>	2530,28	32	79,07		
<b>Total</b>	17666,75	44			

Realizado por: Ramón, J, 2023.

Ahora bien, luego de hacer la separación de medias a la variable porcentaje de germinación por efecto de los tratamientos pre germinativos por el método de comparación Tukey 5%, resultó que los tratamientos pre germinativos Pa, Pb y Pc son diferentes ya que se presentaron tres rangos de significancia, siendo Pb el tratamiento pre germinativo que influyó mejor en la germinación de las semillas de *T. chrysantha* con la media más alta de 84,76 % de germinación, seguido por Pa con 69,52 % y por último el tratamiento testigo Pc con una media de 43,81 % de germinación.

**Tabla 4-2:** Promedio de la variable porcentaje de germinación por efecto de los tratamientos pre germinativos

T. pre germinativo	Medias	n	E. E	
<b>Pb</b>	84,76	15	2,30	A
<b>Pa</b>	69,52	15	2,30	B
<b>Pc</b>	43,81	15	2,30	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

De la misma manera en la tabla 4-3 se evidencia la separación de medias mediante la prueba de Tukey al 5% en la variable porcentaje de germinación por efecto del factor sustrato, en donde se observa que el sustrato S1 (Tierra negra 50% + arena de río 50%) y el sustrato S2 (Tierra negra 25% + arena de río 50% + gallinaza 25%) no son estadísticamente diferentes entre sí con medias de 73,33% y 67,62% respectivamente; siendo ambos sustratos diferentes del S3 (Tierra negra 100%) el cual presentó una media de 57,14% de germinación.

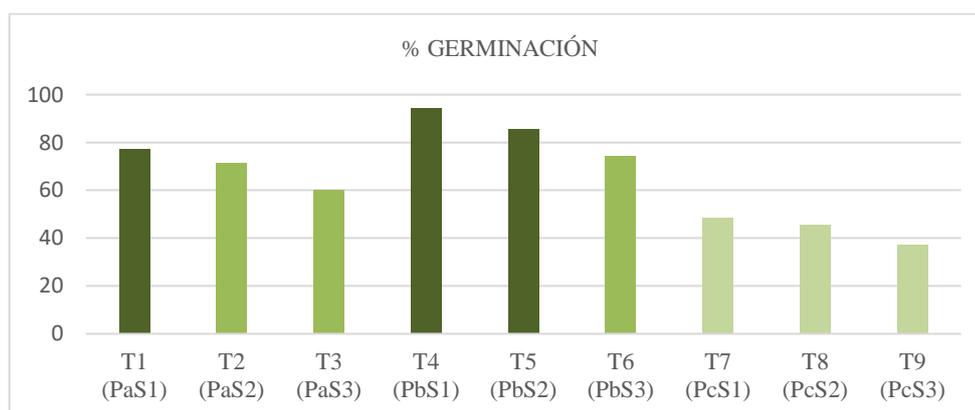
**Tabla 4-3:** Promedio de la variable porcentaje de germinación por efecto de los sustratos

Sustrato	Medias	N	E.E	
S1	73,33	15	2,30	A
S2	67,62	15	2,30	A
S3	57,14	15	2,30	B

Realizado por: Ramón, J, 2023.

El porcentaje de germinación general del ensayo fue del 66,03% debido a que germinaron 208 semillas de un total de 315 semillas de *T. chrysantha* sembradas.

Para complementar esta información, se obtuvieron los porcentajes de germinación por cada tratamiento desde el primero al noveno respectivamente tal como se lo muestra en la ilustración 4-1, en donde se consideró como mejor tratamiento al T4 (PbS1) al presentar un 94,29 % de germinación, seguido por el tratamiento T5 (PbS2) con 85,71% de germinación, el tratamiento T1 (PaS1) con 77,14% de germinación, el tratamiento T6 (PbS3) con 74,29%, el tratamiento T2 (PaS2) con 71,43% y el tratamiento T3 (PaS3) con 60 % de germinación, considerándose como los seis mejores tratamientos del ensayo ya que los tratamientos T7 (PcS1), T8 (PcS2) y T9 (PcS3) resultaron con valores menores al 50 % de germinación.



**Ilustración 4-1:** Porcentaje de germinación por cada tratamiento

Realizado por: Ramón, J, 2023.

## 4.2 Efecto de los tratamientos en la variable vegetativa altura de la planta

### 4.2.1 Altura de la planta a los 30 días

Con respecto al análisis de la varianza para la variable altura de la planta a los 30 días presentada en la tabla 4-4, se detectaron diferencias altamente significativas para el factor A (tratamiento pre germinativo), para el factor B (sustrato) y en la interacción (T. pre germinativo\*Sustrato) con un p-valor ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 4-4:** Análisis de la varianza para la variable altura de la planta a los 30 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	13,38	12	1,11	1653,91	<0,0001
<b>Bloque</b>	0,042	4	0,01	1,54	0,2139
<b>T.pre germinativo</b>	9,43	2	4,71	6995,52	<0,0001
<b>Sustrato</b>	3,81	2	1,91	2827,44	<0,0001
<b>T.pre germinativo*Sustrato</b>	0,13	4	0,03	48,71	<0,0001
<b>Error</b>	0,02	32	0,067		
<b>Total</b>	13,40	44			

Realizado por: Ramón, J, 2023.

Consiguiómente se obtuvo la separación de medias por el método de comparación de Tukey al 5% a los promedios de la altura de la planta por efecto del factor tratamiento pre germinativo a los 30 días, en donde se evidencia que los tratamientos pre germinativos Pa, Pb y Pc son significativamente diferentes, siendo Pb el mejor tratamiento pre germinativo con la media más alta de 3,29 cm de altura, seguido por el tratamiento pre germinativo Pa con 2,99 cm de altura y por último el tratamiento testigo Pc con una media de 2,20 cm de altura.

**Tabla 4-5:** Promedio de la variable altura de la planta por efecto de los tratamientos pre germinativos a los 30 días

T. pre germinativo	Medias	N	E. E	
<b>Pb</b>	3,29	15	0,01	A
<b>Pa</b>	2,99	15	0,01	B
<b>Pc</b>	2,20	15	0,01	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

Así mismo se realizó una separación de medias con la prueba de Tukey 5% en la variable altura de la planta a los 30 días por efecto de los sustratos como lo indica la tabla 4-6, en la cual se observa dos categorías de importancia A y B. En la categoría A se ubica el sustrato S1 (Tierra negra 50% + arena de río 50%) y el S2 (Tierra negra 25% + arena de río 50% + gallinaza 25%)

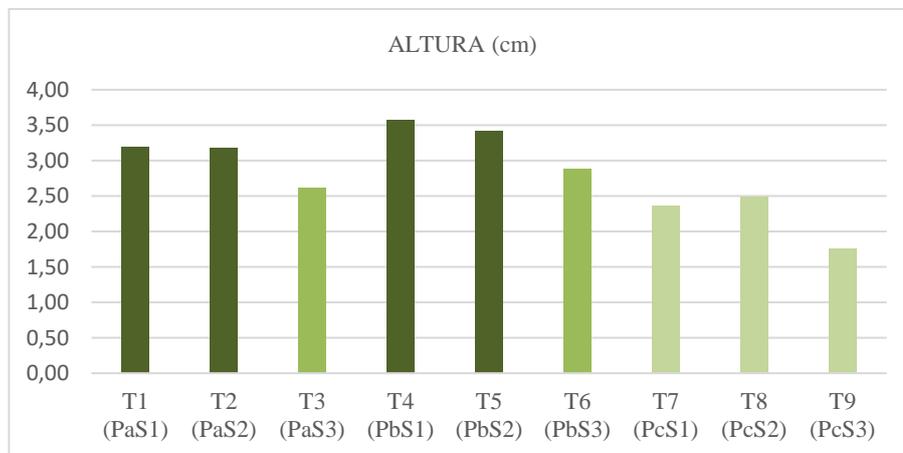
con medias de 3,04 y 3,03 centímetros respectivamente, los cuales no son estadísticamente diferentes entre sí por encontrarse en un rango de significancia similar; pero si diferentes del S3 (Tierra negra 100%) el cual resultó con una media de 2,42 cm de altura.

**Tabla 4-6:** Promedio de la variable altura de la planta por efecto de los sustratos

Sustrato	Medias	N	E. E	
S1	3,04	15	0,01	A
S2	3,03	15	0,01	A
S3	2,42	15	0,01	B

Realizado por: Ramón, J, 2023.

De los datos recopilados en el desarrollo de la altura de la planta por cada tratamiento a los 30 días presentado en la ilustración 4-2, se encontró al tratamiento T4 (PbS1) con un valor de 3,58 cm de altura, al tratamiento T5 (PbS2) con una altura de 3,41 cm, al tratamiento T1 (PaS1) con 3,19 cm de altura y el tratamiento T2 (PaS2) con 3,18 cm considerados como los tratamientos con mejor altura. Los tratamientos T6 (PbS3), T3 (PaS3), T8 (PcS2) y T7 (PcS1) se encontraron con alturas de entre dos y tres centímetros, mientras que el tratamiento T9 (PcS3) tuvo el valor más bajo con apenas un promedio de 1,76 cm de altura de la planta.



**Ilustración 4-2:** Altura de la planta por cada tratamiento a los 30 días

Realizado por: Ramón, J, 2023.

#### 4.2.2 Altura de la planta a los 45 días

El análisis de la varianza que se realizó para la variable altura de la planta a los 45 días indicada en tabla 4-7, detectó diferencias altamente significativas para los factores tratamiento pre germinativo y sustrato, así como para la interacción (T. pre germinativo\*Sustrato) arrojando un p-valor menor al 5 % ( $p > 0,05$ ).

**Tabla 4-7:** Análisis de la varianza para la variable altura de la planta a los 45 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	23,62	12	1,97	174,08	<0,0001
<b>Bloque</b>	0,03	4	0,01	0,58	0,6776
<b>T.pre germinativo</b>	12,07	2	6,04	533,90	<0,0001
<b>Sustrato</b>	9,33	2	4,67	412,75	<0,0001
<b>T.pre germinativo*Sustrato</b>	2,19	4	0,55	48,34	<0,0001
<b>Error</b>	0,36	32	0,01		
<b>Total</b>	23,98	44			

Realizado por: Ramón, J, 2023.

Luego de hacer la separación de medias Tukey 5%, se encontraron tres rangos de significancia en la variable altura de la planta por efecto de los tratamientos pre germinativos a los 45 días, en donde se puede evidenciar la superioridad del tratamiento pre germinativo Pb en la categoría A con un promedio de 4,89 centímetros, en la categoría B el tratamiento pre germinativo Pa con el promedio de 4,71 centímetros, finalmente en el rango C el tratamiento testigo Pc con la media de altura más baja de 3,72 cm.

**Tabla 4-8:** Promedio de la variable altura de la planta por efecto de los tratamientos pre germinativos a los 45 días

T. pre germinativo	Medias	N	E. E	
<b>Pb</b>	4,89	15	0,03	A
<b>Pa</b>	4,71	15	0,03	B
<b>Pc</b>	3,72	15	0,03	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

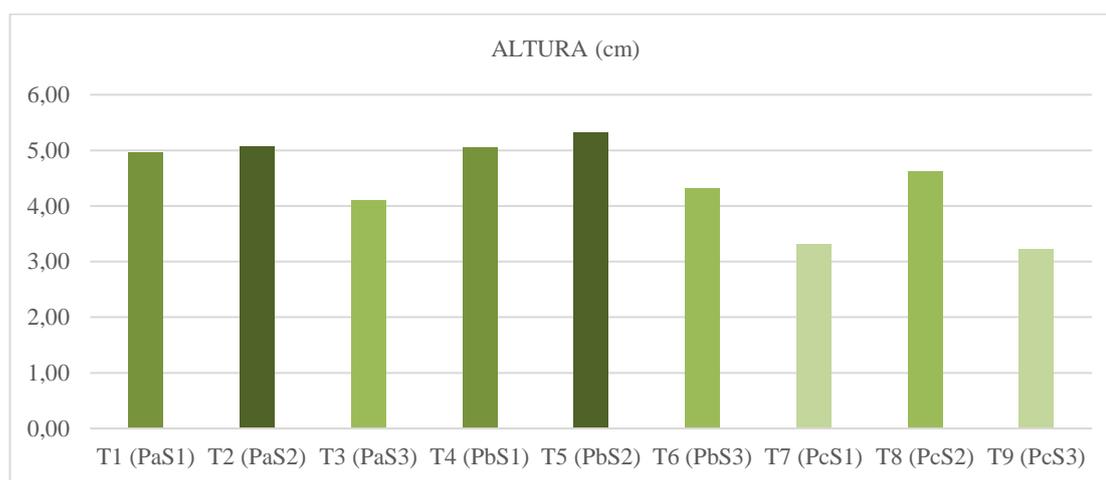
Por consiguiente, se muestra la separación de medias de la altura de la planta por efecto del factor sustrato a los 45 días, por el método de comparación Tukey 5% en donde es evidente las diferencias entre los tres diferentes sustratos, siendo el sustrato S2 poseedor del rango más alto con una media de cinco centímetros de altura, seguido por el sustrato S1 con una media de 4,44 cm de altura y como la media más baja el sustrato S3 con 3,88 cm de altura de la planta.

**Tabla 4-9:** Promedio de la variable altura por efecto de los sustratos a los 45 días

Sustrato	Medias	N	E. E	
<b>S2</b>	5,00	15	0,03	A
<b>S1</b>	4,44	15	0,03	B
<b>S3</b>	3,88	15	0,03	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

En la ilustración 4-3, se muestran los rangos del desarrollo de las alturas promedio de la planta en centímetros por cada tratamiento a los 45 días, en dónde es evidente que el tratamiento T5 (PbS2) muestra la mejor altura con un promedio de 5,31 cm, seguido de los tratamientos T2 (PaS2), T4 (PbS1), T1 (PaS1) y T8 (PcS2) con 5,07, 5,06, 4,96 y 4,61 centímetros respectivamente. Por último, con los promedios más bajos se encuentran el tratamiento T7 (PcS1) con 3,31 cm y el tratamiento T9 (PcS3) con 3,23 cm de altura.



**Ilustración 4-3:** : Altura de la planta por cada tratamiento a los 45 días

Realizado por: Ramón, J, 2023.

#### 4.2.3 Altura de la planta a los 60 días

Por medio del análisis de la varianza se pudo determinar que existen diferencias altamente significativas tanto para el factor tratamiento pre germinativo, sustrato y en la interacción (T. pre germinativo\*Sustrato) con p-valores inferiores a 0,05.

**Tabla 4-10:** Análisis de la varianza para la variable altura de la planta a los 60 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	107,58	12	8,96	488,26	<0,0001
<b>Bloque</b>	0,05	4	0,01	0,75	0,5685
<b>T.pre germinativo</b>	28,44	2	14,22	774,48	<0,0001
<b>Sustrato</b>	76,97	2	38,48	2096,00	<0,0001
<b>T.pre germinativo*Sustrato</b>	2,12	4	0,53	28,80	<0,0001
<b>Error</b>	0,59	32	0,02		
<b>Total</b>	108,17	44			

Realizado por: Ramón, J, 2023.

Realizando la separación de medias por el método de comparación Tukey 5%, se evidenció la existencia de tres rangos de significancia por efecto del factor tratamiento pre germinativo. En el primero se encuentra el tratamiento pre germinativo Pb con una media de 8,70 cm, el segundo lo integra el tratamiento pre germinativo Pa con 8,47 cm y el tercero lo comprende el tratamiento testigo Pc con 6,91 cm de altura a los 60 días.

**Tabla 4-11:** Promedio de la variable altura de la planta por efecto de los tratamientos pre germinativos

T. pre germinativo	Medias	N	E. E	
<b>Pb</b>	8,70	15	0,03	A
<b>Pa</b>	8,47	15	0,03	B
<b>Pc</b>	6,91	15	0,03	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

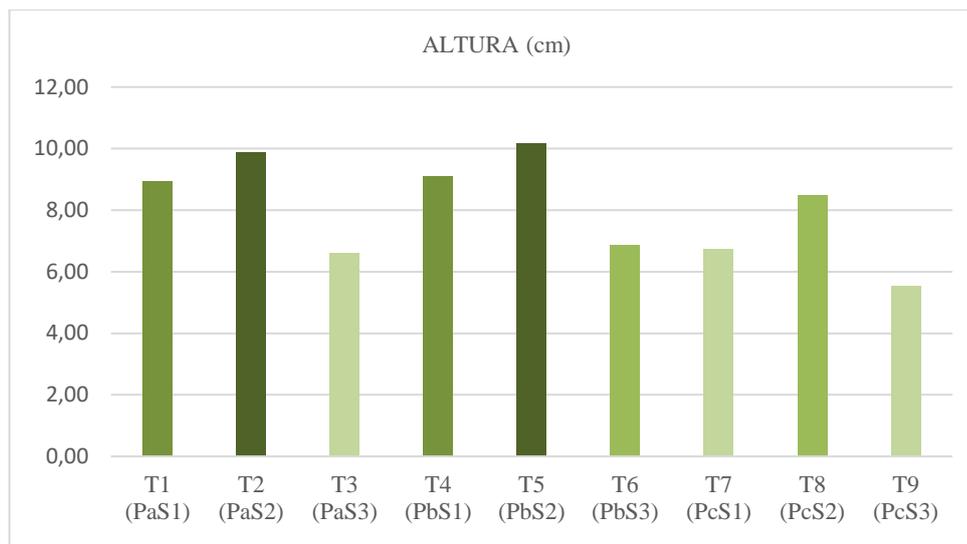
De la misma manera se obtuvieron las medias del promedio de la variable altura de la planta por efecto de los sustratos por medio de la prueba de Tukey 5%, en donde se concretaron tres niveles de significancia, resultando como mejor el sustrato S2 con una media de 9,50 cm de altura, seguido del sustrato S1 con una media de 8,24 cm de altura y como tercer y último al sustrato S3 con una media de 6,32 cm de altura de la planta a los 60 días.

**Tabla 4-12:** Promedio de la variable altura de la planta por efecto de los sustratos

Sustrato	Medias	n	E. E	
<b>S2</b>	9,50	15	0,03	A
<b>S1</b>	8,24	15	0,03	B
<b>S3</b>	6,32	15	0,03	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

Finalmente, en la ilustración 4-4 se muestran los resultados de la altura de la planta por cada tratamiento a los 60 días, considerándose como mejor resultado al tratamiento T5 (PbS2) con un promedio de altura de 10,16 cm, seguido del tratamiento T2 (PaS2) con un promedio de 9,87 cm, luego el tratamiento T4 (PbS1) con un promedio de 9,09 cm, el tratamiento T1 (PaS1) con 8,93 cm y el tratamiento T8 (PcS2) con 8,49 cm de altura de la planta. Los tratamientos T6 (PbS3), T7 (PcS1), T3 (PaS3) y T9 (PcS3) respectivamente se consideraron como los tratamientos con la altura promedio más baja ya que sus valores estuvieron por debajo de los siete centímetros de altura de la planta.



**Ilustración 4-4:** Altura de la planta por cada tratamiento a los 60 días

Realizado por: Ramón, J, 2023.

### 4.3 Efecto de los tratamientos en la variable vegetativa diámetro a la altura del cuello

#### 4.3.1 Diámetro a la altura del cuello en 30 días

Se realizó una separación de medias por el método de comparación Tukey 5%, se muestra el promedio del DAC de la planta por efecto del factor tratamiento pre germinativo a los 30 días, resultando tres categorías de significancia en donde el tratamiento pre germinativo Pb resultó en la categoría A con un valor promedio de 1,17 mm, seguido del tratamiento Pa quién resultó con la media de 1,12 mm y con el promedio más bajo el tratamiento testigo Pc con 0,99 mm.

**Tabla 4-13:** Promedio del DAC por efecto de los tratamientos pre germinativos

T. pre germinativo	Medias	N	E. E	
Pb	1,17	15	0,008	A
Pa	1,12	15	0,008	B
Pc	0,99	15	0,008	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

De la misma manera, en la tabla 4-14 se indican las medias del promedio de la variable DAC de la planta por efecto de los sustratos a los 30 días por medio de la prueba de Tukey 5%, en donde se concretaron tres diferentes niveles de significancia estadística, resultando como mejor el sustrato S1 con una media de 1,13 mm de DAC, seguido del sustrato S2 con una media de 1,12 mm y como tercer y último al sustrato S3 con una media de 1,03 mm de DAC.

**Tabla 4-14:** Promedio del DAC por efecto de los sustratos

Sustrato	Medias	n	E. E	
S1	1,13	15	0,008	A
S2	1,12	15	0,008	B
S3	1,03	15	0,008	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

Finalmente, en la tabla 4-15 se muestran los resultados del DAC de la planta a los 30 días por cada uno de los tratamientos desde el primero hasta el noveno, dando como resultado el promedio más alto el tratamiento T4 (PbS1) con una media de 1,21 mm de DAC, seguido del tratamiento T5 (PbS2) con una media de 1,19 mm, luego el tratamiento T1 (PaS1) con 1,16 mm, el tratamiento T2 (PaS2) con un promedio de 1,13 mm, el tratamiento T6 (PbS3) con una media de 1,10 mm, el tratamiento T3 (PaS3) con 1,06 mm, tratamiento T8 (PcS2) con una media de 1,04 mm, el tratamiento T7 (PcS1) con una media de 1 mm y por último el tratamiento T9 (PcS3) con la media más baja con un valor de 0,92 mm.

**Tabla 4-15:** Promedio del DAC por cada tratamiento a los 30 días

TRATAMIENTO	DAC (mm)
T4 (PbS1)	1,21
T5 (PbS2)	1,19
T1 (PaS1)	1,16
T2 (PaS2)	1,13
T6 (PbS3)	1,1
T3 (PaS3)	1,06
T8 (PcS2)	1,04
T7 (PcS1)	1
T9 (PcS3)	0,92

Realizado por: Ramón, J, 2023.

#### 4.3.2 DAC a los 45 días

Del mismo modo se realizó una separación de medias en el promedio de la variable DAC de la planta por efecto de los tratamientos pre germinativos a los 45 días, por el método de comparación Tukey 5% como se lo muestra en la tabla 4-16, en donde se mostró diferencias estadísticas ya que se presentaron tres rangos de significancia en la cual el tratamiento pre germinativo Pb se ubicó en el rango A con la media más alta con un valor de 1,71 mm, en el rango B el tratamiento pre germinativo Pa que resultó con una media de 1,55 mm y con el promedio más bajo el tratamiento testigo Pc en el rango C con 1,36 mm de DAC.

**Tabla 4-16:** Promedio del DAC por efecto de los tratamientos pre germinativos

T. pre germinativo	Medias	N	E. E	
Pb	1,71	15	0,04	A
Pa	1,55	15	0,04	B
Pc	1,36	15	0,04	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

En la tabla 4-17 se indican las medias del promedio de la variable DAC a los 45 días por efecto de los sustratos en donde se concretaron tres niveles de significancia, resultando como mejor el sustrato S1 en la categoría A con el promedio de 1,78 mm, en la categoría B el sustrato S2 con valor promedio de 1,51 mm y por último el sustrato S3 en el rango C con la media de 1,33 mm.

**Tabla 4-17:** Promedio del DAC por efecto de los sustratos

Sustrato	Medias	n	E. E	
S2	1,78	15	0,04	A
S1	1,51	15	0,04	B
S3	1,33	15	0,04	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

De la misma manera se ubicaron a los nueve tratamientos de acuerdo a sus promedios de DAC, siendo el promedio más alto el tratamiento T5 (PbS2) con una media de 2,01 mm de DAC, seguido de los tratamientos T2 (PaS2) y T4 (PbS1) con una media de 1,76 mm, el tratamiento T8 (PcS2) con 1,57 mm, tratamiento T1 (PaS1) con 1,53 mm, el tratamiento T6 (PbS3) con 1,36 mm, tratamiento T3 (PaS3) con una media de 1,35 mm, tratamiento T9 (PcS3) con una media de 1,27 mm y por último el tratamiento T7 (PcS1) con la media más baja con un valor de 1,25 mm.

**Tabla 4-18:** Promedio del DAC por cada tratamiento a los 45 días

TRATAMIENTO	DAC (mm)
T5 (PbS2)	2,01
T2 (PaS2)	1,76
T4 (PbS1)	1,76
T8 (PcS2)	1,57
T1 (PaS1)	1,53
T6 (PbS3)	1,36
T3 (PaS3)	1,35
T9 (PcS3)	1,27
T7 (PcS1)	1,25

Realizado por: Ramón, J, 2023.

### 4.3.3 DAC a los 60 días

Al realizar la separación de medias por el método de comparación Tukey 5%, resultaron diferencias estadísticas en el DAC a los 60 días por efecto de los tratamientos pre germinativos, debido a que se presentaron tres categorías de significancia en el cual el tratamiento pre germinativo Pb se situó en el rango A con el valor más elevado, un promedio de 2,63 mm, en el rango B el tratamiento Pa que resultó con una media de 2,48 mm y con el promedio más bajo el tratamiento testigo Pc en el rango C con 2,17 mm de DAC.

**Tabla 4-19:** Promedio del DAC por efecto de los tratamientos pre germinativos

T. pre germinativo	Medias	N	E. E	
Pb	2,63	15	0,04	A
Pa	2,48	15	0,04	B
Pc	2,17	15	0,04	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

De la misma manera se realizó una separación de medias a los datos del DAC a los 60 días por efecto del factor sustrato por el método de comparación Tukey 5%, en donde se mostró diferencias estadísticas para los tres sustratos, siendo el sustrato S2 el resultante de la media más alta con un valor de 2,73 mm, seguido del sustrato S1 con una media de 2,45 mm y en el rango más bajo el sustrato S3 con una media de 2,08 mm de DAC.

**Tabla 4-20:** Promedio del DAC por efecto de los sustratos

Sustrato	Medias	n	E. E	
S2	2,73	15	0,04	A
S1	2,45	15	0,04	B
S3	2,08	15	0,04	C

Realizado por: Ramón, J, 2023.

Por último, en la tabla 4-21 se ubicaron a los nueve tratamientos desde el primero hasta el noveno respectivamente de acuerdo a sus promedios, siendo el promedio más alto el tratamiento T5 (PbS2) con una media de 2,95 mm de DAC, seguido del tratamiento T2 (PaS2) con una media de 2,87 mm, luego el tratamiento T4 (PbS1) con una media de 2,66 mm, el tratamiento, el tratamiento T1 (PaS1) con 2,56 mm, el tratamiento T8 (PcS2) con 2,38 mm, el tratamiento T6 (PbS3) con 2,26 mm, el tratamiento T7 (PcS1) con 2,14 mm, tratamiento T3 (PaS3) con una media de 2 mm y por último el tratamiento T9 (PcS3) con la media más baja con un valor de 1,99 milímetros.

**Tabla 4-21:** Promedio del DAC por cada tratamiento a los 60 días

TRATAMIENTO	DAC (mm)
T5 (PbS2)	2,95
T2 (PaS2)	2,87
T4 (PbS1)	2,66
T1 (PaS1)	2,56
T8 (PcS2)	2,38
T6 (PbS3)	2,26
T7 (PcS1)	2,14
T3 (PaS3)	2
T9 (PcS3)	1,99

Realizado por: Ramón, J, 2023.

#### 4.4 Efecto de los tratamientos en la variable vegetativa número de hojas

Al realizar la prueba formal del supuesto de normalidad (Shapiro-Wilks modificado), fijado en el Anexo G, se obtuvieron (p-valor) menores a 0,05, comprobando que los residuos de la variable número de hojas de la planta no se distribuyen normalmente, por lo que en este caso se procedió a realizar el análisis de la varianza no paramétrica Prueba de Friedman.

##### 4.4.1 Número de hojas a los 30 días

Al realizar la prueba de Friedman ya nombrada, el Anexo H indica que el (p valor) resultante es de 0,1126, siendo mayor al nivel de significancia el cual es 0,05. Es por ello que se acepta la hipótesis nula infiriendo que no existen diferencias estadísticas entre los nueve tratamientos para la variable número de hojas de la planta a los 30 días.

##### 4.4.2 Número de hojas a los 45 días

Luego de hacer la prueba de Friedman para la variable número de hojas de la planta a los 45 días, resultó que el p-valor está por debajo del nivel de significancia 0,05, arrojando un valor de 0,0024 prescrito en el mismo Anexo H, por ende, se rechaza la hipótesis nula concluyendo que existen diferencias entre los nueve tratamientos para la variable ya predicha.

De la misma manera, la tabla 4-22 nos indica letras distintas entre algunos de los tratamientos, revelando la presencia de cuatro rangos de significancia A, B, C y D, deduciendo de que estos presentan diferencias estadísticas entre sí.

**Tabla 4-22:** Prueba de Friedman en el número de hojas a los 45 días

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	N					
T5	39	7,8	5	A				
T1	32,5	6,5	5	A				
T2	31	6,2	5	A	B			
T6	27,5	5,5	5	A	B			
T3	27,5	5,5	5	A	B			
T4	26,5	5,3	5	A	B	C		
T7	18	3,6	5		B	C	D	
T8	13	2,6	5			C	D	
T9	10	2	5				D	

Realizado por: Ramón, J, 2023.

De acuerdo con la tabla 4-22, los mejores tratamientos con un rango de significancia únicamente de A resultaron ser el tratamiento T5 (PbS2) y T1 (PaS1), ya que tienen una media de 7 y 6 número de hojas respectivamente, seguido de los tratamientos T2 (PaS2), T6 (PbS3), T3 (PaS3) y T4 (PbS1) los cuales no son diferentes entre sí en un rango de A y B con medias de 5 y 6 hojas. Entre los tratamientos T7 (PcS1) y T8 (PcS2), no existen diferencias significativas por encontrarse en rangos de B, C y D con un promedio de hojas de 2,6 y 3,6, pero si diferentes del tratamiento T9 (PcS3) quien presento una media de apenas 2 hojas.

#### 4.4.3 Número de hojas a los 60 días

Al realizar la prueba de Friedman del Anexo H, nos indica que el p valor resultante es de 0,4772, valor que sobrepasa al nivel de significancia de 0,05. Entonces, se acepta la hipótesis nula infiriendo que no existen diferencias significativas entre los tratamientos para la variable número de hojas de la planta a los 60 días. Para acotar, en la tabla 4-23 se exponen letras comunes entre la mayor parte de los tratamientos, indicando que entre sí no existen diferencias significativas.

**Tabla 4-23:** Prueba de Friedman en el número de hojas a los 60 días

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	n					
T1	31,5	6,3	5	A				
T8	30,5	6,1	5	A				
T2	29	5,8	5	A	B			
T6	28	5,6	5	A	B			
T5	25,5	5,1	5	A	B			
T4	25	5	5	A	B			
T3	24	4,8	5	A	B			
T7	19	3,8	5	A	B			
T9	12,5	2,5	5				B	

Realizado por: Ramón, J, 2023.

De acuerdo con la tabla 4-23, los mejores tratamientos con un rango de significancia únicamente de A resultaron ser el tratamiento T1 (PaS1) y T8 (PcS2) con un promedio de 6 hojas. La tabla nos indica que no existe significancia estadística entre los tratamientos, T2 (PaS2), T6 (PbS3), T5 (PbS2), T4 (PbS1), T3 (PaS3) y T7 (PcS1) con un promedio de 5 y 4 hojas, debido a que se encuentran entre los rangos de A y B, mientras que en el rango más bajo se encuentra el tratamiento T9 (PcS3) con una media de 2,5 hojas a los 60 días.

#### 4.5 Análisis económico

Una vez que se determinaron el análisis de costos que varían, el rendimiento económico de cada uno de los tratamientos y los beneficios netos para cada tratamiento indicado en el ANEXO M, se realizó el análisis de dominancia, necesario para realizar la TMR consiguientemente. Los tratamientos fueron clasificados colocándolos secuencialmente de menor a mayor en base a los beneficios netos conjuntamente con los costos.

En la tabla 4-24 se muestra a los tratamientos T9 (PcS3), T7 (PcS1) y T8 (PcS2) como tratamientos dominados, debido a que rinden menor beneficio neto en relación a los costos que varían y son excluidos del análisis de la TMR. Por otra parte, los tratamientos T3 (PaS3), T6 (PbS3), T1 (PaS1), T4 (PbS1), T5 (PbS2) y T2 (PaS3) resultaron ser tratamientos no dominados.

**Tabla 4-24:** Análisis de dominancia

TRATAMIENTO	COSTO VARIABLE (\$)	BENEFICIO NETO (\$)	CRITERIO
T9 (PcS3)	6,5	5,2	D
T3 (PaS3)	7,75	11,15	ND
T6 (PbS3)	8	15,4	ND
T7 (PcS1)	8	7,3	D
T8 (PcS2)	8,74	5,66	D
T1 (PaS1)	9,25	15,05	ND
T4 (PbS1)	9,25	20,45	ND
T5 (PbS2)	9,49	17,51	ND
T2 (PaS2)	9,74	12,76	ND

Realizado por: Ramón, J, 2023.

Consecuentemente de haber eliminado los tratamientos dominados (D), la tasa marginal de retorno se calculó entre los tratamientos no dominados (ND) como se lo indica en la tabla 4-25. La tasa marginal de retorno se obtuvo expresando la diferencia entre los beneficios netos de los tratamientos como un porcentaje del costo total adicional.

**Tabla 4-25:** Tasa Marginal de Retorno (%)

TRATAMIENTO	COSTO VARIABLE (\$)	COSTO MARGINAL (\$)	BENEFICIO NETO (\$)	BENEFICIO MARGINAL (\$)	TMR (%)
T3 (PaS3)	7,75	0	11,15	0	0
T2 (PaS2)	9,74	1,99	12,76	1,61	80,9
T1 (PaS1)	9,25	-0,49	15,05	2,29	-467,3
T6 (PbS3)	8	-1,25	15,4	0,35	-28
T5 (PbS2)	9,49	1,49	17,51	2,11	141,6
T4 (PbS1)	9,25	-0,24	20,45	2,94	-1225

Realizado por: Ramón, J, 2023.

La tasa de retorno mínima aceptada se la fijó en 100%, en la tabla 4-26 se observa que al aplicar el tratamiento pre germinativo Pb y sustrato S2 correspondiente al tratamiento T5, representa una tasa marginal de retorno de 141%, es decir que por cada dólar que se invirtió en el tratamiento mencionado y su aplicación se recupera el dólar invertido y 1,41 dólares más. De la misma manera resultó para el tratamiento T2 (tratamiento pre germinativo Pa + sustrato S2) en donde resultó una ganancia, aunque menor de 0,80 ctvs.

#### 4.6 Discusión

Con base a los resultados, el tratamiento pre germinativo Pb (inmersión de las semillas por 24 horas en agua a temperatura ambiente) influyó mejor en la germinación de las semillas de *Tabebuia chrysantha* con 84,76 % de germinación, datos muy similares con los resultados obtenidos por (Chan, et al, 2012, p.108), el cual en un estudio germinativo realizado en *Tabebuia rosea*, sometió a remojo las semillas en agua ambiente durante 24 horas, obteniendo un porcentaje de germinación de 83%. En definitiva, resulta lógica la afirmación de Salvador (et al, 2005, p.29), quienes mencionan que “el incremento en el tiempo de remojo favorece tanto el inicio como el porcentaje total de emergencia de plántulas”.

Con respecto a la variable altura de la planta de *T. chrysantha* a los 60 días el mejor tratamiento T5 (PbS2) alcanzó un promedio de 10,16 cm, datos distintos con los presentados por (Pugachi, 2022, p.48) quien en su investigación en ese mismo lapso de tiempo el mejor tratamiento alcanzó un promedio de 7,04 cm de altura ya que no aplicó ningún tratamiento pre germinativo. Sin embargo, un estudio realizado por (Vázquez et al, 2020, p.17), se evaluó el crecimiento de esta misma especie con fertilización sintética y biológica en donde uno de los tratamientos, alcanzó el mejor promedio de altura de 11 cm a los 60 días. Ante esta perspectiva, en la presente investigación cabe resaltar la incidencia que tuvo el sustrato S2 (Tierra negra 25% + arena de río 50% + gallinaza 25%) en el desarrollo de la altura de la planta, aparentemente debido a los componentes de la gallinaza

como fertilizante edáfico, corroborando lo reportado por (Abanto, et al, 2016) en donde se menciona que los sustratos orgánicos conformados por gallinaza proporcionan mayor eficiencia en el crecimiento de algunas plantas en vivero, aptas para campo definitivo.

En lo que compete a la variable diámetro a la altura del cuello, un estudio de fertilización con Nitrofoska realizado en *T. chrysantha* por (Quimiz, 2012, p.65), reporta un promedio de DAC de 3,6 mm teniendo en cuenta que el promedio de altura fue de 15 cm, resultando así, una relación (dac/altura) de 0,02. La presente investigación arrojó un promedio de DAC de 2,9 mm para el mejor tratamiento T5 (PbS2) a los 60 días, teniendo en cuenta de que la altura promedio para dicho tiempo fue de 10,16 cm y por ende una relación (dac/altura) de 0,02. Con esta información se compara la relación dac (mm) / altura (mm) indicada por (Quiroz, 2009, p. 43), en dónde menciona que el rango óptimo de esta relación varía entre 1/100 (0,01) y 1/50 (0,02) dependiendo de la especie; corroborando así, que los promedios obtenidos de DAC en este ensayo son los adecuados de acuerdo a su altura correspondiente.

El tratamiento T5 (PbS2) conformado por el tratamiento pre germinativo Pb y el sustrato S2 conformado por tierra negra, arena y gallinaza es el más conveniente en cuanto a costos, ya que la gallinaza y la tierra negra se los adquirió cerca de la zona de estudio, confirmando lo manifestado por (Buamscha et al, 2012, p. 94), en donde se menciona que el mejor sustrato siempre es aquel que está lo más cerca posible del vivero, es de bajo coste y está disponible en grandes cantidades.

## CONCLUSIONES

El tratamiento pre germinativo de inmersión de semillas en agua por 24 horas a temperatura ambiente Pb, favoreció evidentemente la germinación de *T. chrysantha*, en 40,95 % más que el tratamiento testigo, el cual obtuvo un 43,81 %; de la misma manera, el sustrato S1 compuesto por tierra negra y arena, es el ideal para que las semillas de esta especie germinen favorablemente, en conclusión, el tratamiento pre germinativo Pb y el sustrato S1, tienen un efecto positivo que influye en la germinación de semillas de guayacán.

El tratamiento pre germinativo Pb, inmersión de semillas en agua por 24 horas a temperatura ambiente y el sustrato S2 conformado por tierra negra, arena y gallinaza, son idóneos para que las plántulas de guayacán ya germinadas, se desarrollen satisfactoriamente en altura, diámetro a la altura del cuello y número de hojas.

Luego de realizar el análisis de presupuestos parciales, se concluye que el tratamiento T5 (PbS2) compuesto por el tratamiento pre germinativo Pb y el sustrato S2 conformado por (tierra negra 25 % + arena 50 % + gallinaza 25%), es el ideal y de mayor beneficio económico para la propagación de *T. chrysantha*, ya que la TMR resultó con un valor de 141 %.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda utilizar los tratamientos pre germinativos y sustratos prescritos en esta investigación en las diferentes zonas, suelos, altitudes y climas en donde se desarrolla el guayacán, realizando un análisis exhaustivo de los sustratos para que de esta manera se conozca sobre el minucioso aporte de nutrientes que estos le contribuyen a la especie, ampliando y complementando el conocimiento de la misma.

Al utilizar gallinaza como sustrato, es recomendable utilizar la debida protección como lo es guantes, gafas y mascarillas, ya que este tipo de sustrato podría traer consigo una serie de características que tal vez atenten en contra el bienestar, tanto del medio ambiente como de las personas si no se lo maneja con conocimiento, prudencia y responsabilidad.

Debido a que los tratamientos pre germinativos si favorecen la germinación de las semillas y el desarrollo satisfactorio de las variables vegetativas, se recomienda investigar y probar nuevos métodos y sustratos que mejoren aún más la emergencia y calidad de las plantas, para que de esta manera nazca el interés de la población en propagar las especies en este caso forestales que, por la mano del hombre, han venido perdiéndose con el paso del tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

**ABANTO RODRIGUEZ, C., GARCÍA SORIA, D., GUERRA ÁREVALO, W., MURGA ORRILLO, H., SALDAÑA RÍOS, G., VÁZQUEZ REÁTEGUI, D., & TADASHI SAKAZAKI, R.** “Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.)”. *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2016, (Perú) 7 (3), pp. 341 - 347. [Consulta: 1 de agosto de 2023]. ISSN 2077-9917. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.23>

**AGUILERA, Manuel.** *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson [blog]. Managua, Nicaragua: CONAFOR, 2001. [Consulta: 14 abril 2023]. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1006Tabebuia%20chrysantha.pdf>

**AGUIRRE, Z.** *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización.* Quito-Ecuador: Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. MAE/FAO, 2012, p.23.

**ÁLVAREZ OLIVERA, Pedro; & VARONA TORRES, Julio.** *SILVICULTURA.* Ciudad de La Habana-Cuba: Editorial Pueblo y Educación, 1988, pp. 17-116.

**ARNOLD, F.E.** *Manual de vivero forestal: Elaborado para algunas especies forestales nativas de la zona templada del Sur de Chile.* Chile: CONAF-DED, 1996. 123p.

**ÁVALOS CERDAS, Juan; & VILLALOBOS MONGE, Alexis.** “Análisis económico: un estudio de caso en *Jatropha curcas* L. mediante la metodología de presupuestos parciales”. *Agronomía Mesoamericana* [en línea], 2018, (Costa Rica) 29 (1), pp. 95-96. [Consulta: 15 diciembre 2022]. ISSN 2215-3608. Disponible en: <https://doi.org/10.15517/ma.v29i1.27901>

**BUAMSCHA, Gabriela; et al.** *Producción de plantas en viveros forestales.* Buenos Aires-Argentina: CFI, CIEFAP, 2012. ISBN 978-987-510-209-5, pp. 93-95.

**CARCAÑO, Arturo.** Evaluación de diferentes residuos de la industria como componentes de sustratos para la producción de plantas cítricas bajo cobertura plástica (Trabajo de titulación) (maestría). Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias. Bella Vista (Corrientes-Argentina). 2021. pp. 28-29.

**CARRANZA PATIÑO, M., ESCOBAR TROYA, A., NIETO RODRÍGUEZ, J., MORANTE CARRIEL, J., CEVALLOS FALQUEZ, O., CRUZ IBARRA, O., SAUCEDO AGUIAR, S., & REYES CHANCAY, X.** “PROPAGACIÓN DE *Tabebuia Donnell-Smithii* Rose (GUAYACÁN BLANCO) UTILIZANDO HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO”. *Ciencia y Tecnología UTEQ* [en línea], 2013, (Ecuador) 5 (2), pp. 17-26. [Consulta: 13 diciembre 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.18779/cyt.v5i2.123>

**CECCON, E.** *Restauración en bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales*. México: E. D. de Santos, Ed., 2013. ISBN: 978-84-9969-615-7, pp. 26-27.

**CHAN QUIJANO, J. G., OCHOA GAONA, S., PÉREZ HERNÁNDEZ, I., GUTIÉRREZ AGUIRRE, M. A., & SARAGOS MÉNDEZ J.** “Germinación y sobrevivencia de especies arbóreas que crecen en suelos contaminados por hidrocarburos”. *Teoría y Praxis* [en línea], 2012, (México) (12), 102-119. [Consulta: 25 de julio de 2023]. ISSN 1870-1582. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456145106006>

**CORTEZ, E., RIVERA, J., REYES, E., GUEVARA, R., GUEVARA, F., & MENDOZA, M.** “Osmoprimering of the seed of the pepper 'chile ancho' and its effect on vigour”. *SCielo* [en línea], 2011, (México) 27(3), pp. 345-349. [Consulta: 3 mayo 2023]. ISSN 0186-2979. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792011000300008&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792011000300008&script=sci_arttext)

**ECUADOR FORESTAL.** *PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA BOSQUES NATIVOS EN EL ECUADOR*. [En Línea]. Quito-Ecuador: Ecuador Forestal, 2007. [Consulta: 12 de junio de 2023]. Disponible en: [https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE\\_BN.pdf](https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_BN.pdf)

**FAO.** *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Principales resultados* [En línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2020. [Consulta: 25 abril de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/ca8753es>

**FENNER, Michael.** “The phenology of growth and reproduction in plants”. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, vol. 1, no 1 (1998), (Gran Bretaña) pp. 78-79.

**FLORES ROMAYNA, María., ORTEGA CHÁVEZ, Wilmer., & ORTEGA, Arnulfo.** “Evaluation of pregerminative treatments on seeds of *Euterpe precatoria* Mart. (Huasaí) in the

city of Pucallpa-Peru”. *CFORES* [En línea], 2020, (Perú) 8(1), p.88. [Consulta: 14 abril 2023]. ISSN 1996–2452. Disponible en: <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/490>

**GÓMEZ BAGGETHUN, E., & DE GROOT, R.** “Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía”. *Ecosistemas* [en línea], 2008, (España)16(3), pp. 4-14. [Consulta: 16 diciembre 2022]. ISBN 1697-2473. Disponible en: <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/88>

**GONZALES, N.** Propagación sexual de las especies forestales laurel (*Cordia alliodora*), balsa (*Ochroma pyramidale*), guayacán (*Tabebuia caryantha*), con aplicación de tres dosis de sustrato en los predios de la “UNESUM” en el Cantón Puerto López [En línea] (Tesis de Grado).(Ingeniería). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ingeniería Forestal. Jipijapa-Ecuador. 2012.p.30. [Consulta: 2022-11-18]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/118>

**HERNÁNDEZ VARGAS, Guadalupe., SÁNCHEZ VELÁSQUEZ, Lázaro., & ARAGÓN, Fernando.** “Tratamientos pre germinativos en cuatro especies arbóreas de uso forrajero de la selva baja caducifolia de la sierra de Manantlá”. *Foresta Veracruzana*. [en línea], 2001, (México) 3(1), pp. 9-15. [Consulta: 13 mayo 2023]. ISSN 1405-7247. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49730102>

**JARAMILLO VÉLIZ, J. J., QUIMIS GÓMEZ, A. J., OSEJOS MERINO, M. A., & ALCÍVAR COBEÑA, J. L.** “Disponibilidad de hábitat del *Tabebuia Chrysantha* mediante variables climáticas para fines de conservación”. *Ciencia Digital* [en línea], 2018, (Ecuador) 2(2), pp.3-4. [Consulta: 23 abril 2023]. ISSN 2602-8085. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v2i2.101>

**JUSCAFRESA, B.** *500 ESPECIES DE ARBOLES Y ARBUSTOS, REPRODUCCIÓN Y MULTIPLICACIÓN*. Barcelona-España: EDITORIAL AEDOS, 1962, pp. 14-16.

**LLERENA LARA, Evelin De Los Ángeles.** COMPORTAMIENTO DE DOS GENOTIPOS, DE TOMATE RIÑÓN *Lycopersicum esculentum* Mill EN DIFERENTES SUSTRATOS HIDROPONICOS EN YUYUCOCHA (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2007. p. 22-23.

**LÓPEZ, P.** USO DE *Trichoderma* spp. COMO BIOESTIMULANTE DE CRECIMIENTO DE ARRAYÁN, EUCALIPTO, HIGUERÓN EN EL VIVERO DE LA ESPOCH [En línea] (Trabajo de Integración Curricular). (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Recursos Naturales, Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2021.p.13. [Consulta: 2022-12-01]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16121>

**MAATE. 2022.** Ecuador alberga 12.5 millones de hectáreas de bosques. *Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica*. [En línea] Noticias, 21 de Marzo de 2022. [Citado el: 1 de Mayo de 2023.] <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-alberga-12-5-millones-de-hectareas-de-bosques/>.

**MACAS VARGAS, Gisella, Rosibel, & NUÑEZ VALDIVIESO, Diana Carolina.** Evaluación de la distribución poblacional de la *Tabebuia Chrysantha* en el área de restauración pasiva de la Reserva Ecológica Arenillas (Trabajo de titulación) (Licenciatura). [En línea] UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, Carrera de Gestión Ambiental. Machala-Ecuador. 2016. p. 7 [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/9548>

**MIRANDA, C., & VILLAFUERTE, Á.** Evaluación agronómica de plántulas de pachaco (*Schizolobium parahybum*), cedro de montaña (cedrela montana), y guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*), utilizando tres sustratos y dos tiempos de inmersión en ácido giberélico, en el cantón echeandía. (Trabajo de titulación) (Proyecto de Investigación). Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ingeniería Forestal. Guaranda-Ecuador. 2016.

**NAVARRETE, K.** USO DE AUXINAS EN ACODOS AÉREOS PARA LA PROPAGACIÓN DE PLANTAS in vivo DE GUAYACÁN (*Tabebuia chrysantha*.Jacq) [En línea] (Tesis de Grado).(Ingeniería). Universidad de Guayaquil, Ciencias Agrarias, Agronomía. Guayaquil-Ecuador. 2015.p.5. [Consulta: 2022-11-22]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/9867>

**OLIVA, Mario., VACALLA, Faustino., PÉREZ, Deidi., & TUCTO, Arelis.** *VIVERO FORESTAL PARA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS: EXPERIENCIA EN MOLINOPAMPA, AMAZONAS – PERÚ* [En Línea]. Chachapoyas – Perú, 2014. [Consulta: 10 mayo 2023]. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL1419.pdf>

**OSUNA, Helia; et al.** *Manual de propagación de plantas superiores* [En línea]. México, D.F.-México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2017. [Consulta: 23 abril 2023]. Disponible en: [https://www.biopasos.com/biblioteca/manual\\_plantas.pdf](https://www.biopasos.com/biblioteca/manual_plantas.pdf)

**PALMA RODRIGUEZ, José Eduardo.** EL HÁBITAT DEL GUAYACÁN (*Tabebuia chrysantha* Jacq G. Nicholson) EN LOS SUELOS DEL CANTÓN JUNÍN, MANABÍ, ECUADOR (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Estatal Del Sur De Manabí, Facultad De Ciencias Naturales Y De La Agricultura. Jipijapa (Manabí – Ecuador). 2018. 1-4.

**PASTOR SÁEZ, Narciso.** “Utilización de sustratos en viveros”. *Terra Latinoamericana* [en línea], 1999, (México) 17 (3), pp. 231-235. [Consulta: 2 diciembre 2022]. ISSN 2395-8030. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>

**PITA VILLAMIL, José Manuel; & GARCIA PEREZ, Félix.** *GERMINACION DE SEMILLAS*. Madrid-España: Din Impresores, 1998. ISBN: 84-491-0356-8, p. 2.

**PUGACHI BUSTOS, Kerly Yessenia.** ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE *Tabebuia chrysantha* Jacq. (GUAYACÁN) EN LA PARROQUIA DAYUMA, DE LA PROVINCIA DE ORELLANA. (Proyecto de Investigación) (Ingeniería). ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales, Forestal. Riobamba-Ecuador. 2022. p.2

**QUIMIZ CASTRO, Rolando Rodolfo.** Producción de plantas de tres especies forestales, guayacán (*tabebuia chrysantha*), balsamo (*myroxilón bálsamun.*), madero negro (*tabebuia impetiginosa*), en peligro de extinción con tres dosis de fertilización completa. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ, Carrera de Ingeniería Forestal. (Jipijapa-Ecuador). 2012. pp.64-65.

**QUIROZ, Iván; et al.** *Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta*. Concepción, Chile: INFOR, 2009, pp.42-43.

**RASAL SÁNCHEZ, María., TRONCOS CASTRO, Joel., LIZANO DURÁN, Carlos., PARIHUAMÁN GRANDA, Oscar., QUEVEDO CALLE, David., ROJAS IDROGO, Consuelo., & DELGADO PAREDES, Guillermo.** “CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO LA MENTA Y TIMBES, REGIÓN PIURA, PERÚ”. *Redalyc* [en línea], 2011, (Perú) 10 (2), pp. 61-74.

[Consulta: 20 abril 2023]. ISSN 1726-2216 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34122395002>

**RAURAU, M.** Caracterización de fuentes semilleras para uso sostenible y conservación de recursos forestales de los bosques andinos de Loja, Ecuador [En línea] (Trabajo de titulación).(Maestría) Escuela de Posgrado del CATIE, Turrialba, Costa Rica, 2012. p.2. [Consulta: 2022-11-28]. Disponible en: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9759>

**RIVAS COBO, Carlos Alfredo.** Teledetección y sistemas de información geográficos aplicados al seguimiento de procesos de deforestación en bosques secos de Ecuador (Trabajo de titulación) (doctoral). [En línea] UNIVERSIDAD DE CÓRDOVA, Biociencias y ciencias agroalimentarias. Córdoba-España. 2022. p. 106 [Consulta: 20 abril 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10396/22340>

**SALVADOR FIGUEROA, M., ADRIANO ANAYA, M. DE L., & BECERRA ORTIZ C.** “EFECTO DEL REMOJO EN AGUA SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PAPAYA VAR. MARADOL”. *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA* [en línea], 2005, 11(1), 27-30 [Consulta: 28 de Julio de 2023]. ISSN: 1027-152X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60912502004>

**SILVA, Lucy R.; & JARAMILLO, Denys P.** “Manejo Sostenible de la ganadería en Latinoamérica: Revisión Sistemática 2018-2021”. *Ambiente, Comportamiento y Sociedad* [en línea], 2022, (Perú) 4, (2), p. 1-18. [Consulta: 17 abril 2023]. ISSN 2709-8219X. Disponible en: <https://doi.org/10.51343/racs.v5i1.969>

**SOLANO ORTIZ, Katherine.** TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS EN SEMILLAS DE “*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl” (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Agropecuarias. (La Libertad - Ecuador). 2020. p.6 [Consulta: 13 junio 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5819/1/UPSE-TIA-2021-0021.pdf>

**TROPICOS. (1887).** *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson. *Tropicos.org*. [En línea] Jardín Botánico de Missouri, 20 de Enero de 1887. [Citado el: 22 de Noviembre de 2022.]. Disponible en: <https://www.tropicos.org/name/3700404>

**TUFIÑO, Paúl.** “¿Por qué desaparecen los bosques?”. *Letras Verdes: Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* [en línea], 2009, (Ecuador) 1(3), p. 20. [Consulta: 17 abril 2023]. ISSN 1390-4280. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5444049>

**VARELA, Santiago A.; & ARANA, Verónica.** “Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pre germinativos”. *EEA Bariloche INTA*, n° 3 (2010), (Argentina) pp.3-9.

**VÁSQUEZ, M.** Efecto de los abonos orgánicos sobre la producción del híbrido de pimiento (*Capsicum annuum*) Neymar bajo invernadero [En línea] (Proyecto de Investigación). (Ingeniería). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ciencias Agropecuarias, Agronomía. Quevedo-Ecuador. 2021.p.14. [Consulta: 2022-11-23]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6485>

**VÁZQUEZ, D., MORA, A., CUEVAS, M., RETURETA, A., ÁVILA, C., HERNÁNDEZ, A.; & LARA, D.** “Crecimiento de plantas de *Cedrela odorata* L., *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson y *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. con fertilización sintética y biológica”. *Agroproductividad* [en línea], 2020, (México) 13 (7), pp. 15-19. [Consulta: 1 agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1625>

**WONG HEREDIA, Edison Eudocio.** Estudio Fenológico de *Tabebuia crhysantha* (Jacq.) G. Nicholson y *Tabebuia billbergii* (Bureau &K. Schum.) Standl en la Reserva Ecológica de Arenillas. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA, Área Biológica, Gestión Ambiental. Machala-Ecuador. 2016. pp. 1-20.



## ANEXOS

### ANEXO A. OBTENCIÓN DE LAS SEMILLAS Y SUSTRATOS



Árbol semillero de *Tabebuia chrysantha*



Adquisición de gallinaza



Recolección de arena del río Tuna, cantón Huamboya

## ANEXO B. PREPARACIÓN DE LOS SUSTRATOS



Medición de los componentes del sustrato



Mezcla homogénea de los componentes



Enfundado del sustrato correspondiente

## ANEXO C. MEDICIÓN Y OBTENCIÓN DE VARIABLES DASOMÉTRICAS



Germinación a los 13 días



DAP a los 30 días



Altura a los 45 días

## ANEXO D. MEDICIÓN DE VARIABLES DASOMÉTRICAS



DAP a los 45 días



Altura a los 60 días

## ANEXO E. SHAPIRO WILKS ALTURA DE LA PLANTA

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PROMEDIO ALTURA 30 DÍ..	45	0,00	0,02	0,95	0,2620

Altura 30 días

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PROMEDIO ALTURA 45 DÍ..	45	0,00	0,09	0,96	0,3649

Altura 45 días

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PROMEDIO ALTURA 60 DÍ..	45	0,00	0,12	0,96	0,4208

Altura 60 días

## ANEXO F. SHAPIRO WILKS DIÁMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PROMEDIO DAC 30 DÍAS	45	0,00	0,01	0,94	0,1273

DAC 30 días

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PROMEDIO DAC 45 DIAS	45	0,00	0,08	0,94	0,1266

DAC 45 días

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PROMEDIO DAC 60 DIAS	45	0,00	0,02	0,98	0,8814

DAC 60 días

### ANEXO G. SHAPIRO WILKS NÚMERO DE HOJAS

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PROMEDIO NUMERO DE HO..	45	0,00	0,29	0,88	<0,0001

Número de hojas 30 días

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PROMEDIO HOJAS 45 DIA..	45	0,00	0,44	0,92	0,0159

Número de hojas 45 días

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO PROMEDIO NUMER HOJAS..	45	0,00	1,34	0,83	<0,0001

Número de hojas 60 días

### ANEXO H. PRUEBA DE FRIEDMAN NÚMERO DE HOJAS

Prueba de Friedman

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
5,30	4,60	3,20	6,90	6,80	5,60	4,70	5,30	2,60	1,81	0,1126

Número de hojas 30 días

Prueba de Friedman

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
6,50	6,20	5,50	5,30	7,80	5,50	3,60	2,60	2,00	3,94	0,0024

Número de hojas 45 días

Prueba de Friedman

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T <sup>2</sup>	p
6,30	5,80	4,80	5,00	5,10	5,60	3,80	6,10	2,50	0,97	0,4772

Número de hojas 60 días

ANEXO I. GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Tabebuia chrysantha*

Bloque	# de Tratamiento	Tratamiento Pre germinativo	Sustrato	CÓDIGO	% DE GERMINACIÓN	# Semillas Germinadas
A	T1	Pa	S1	PaS1	85,71	6
B	T1	Pa	S1	PaS1	71,43	5
C	T1	Pa	S1	PaS1	71,43	5
D	T1	Pa	S1	PaS1	85,71	6
E	T1	Pa	S1	PaS1	71,43	5
A	T2	Pa	S2	PaS2	71,43	5
B	T2	Pa	S2	PaS2	57,14	4
C	T2	Pa	S2	PaS2	71,43	5
D	T2	Pa	S2	PaS2	85,71	6
E	T2	Pa	S2	PaS2	71,43	5
A	T3	Pa	S3	PaS3	57,14	4
B	T3	Pa	S3	PaS3	57,14	4
C	T3	Pa	S3	PaS3	57,14	4
D	T3	Pa	S3	PaS3	71,43	5
E	T3	Pa	S3	PaS3	57,14	4
A	T4	Pb	S1	PbS1	100,00	7
B	T4	Pb	S1	PbS1	100,00	7
C	T4	Pb	S1	PbS1	85,71	6
D	T4	Pb	S1	PbS1	100,00	7
E	T4	Pb	S1	PbS1	85,71	6
A	T5	Pb	S2	PbS2	85,71	6
B	T5	Pb	S2	PbS2	100,00	7
C	T5	Pb	S2	PbS2	85,71	6
D	T5	Pb	S2	PbS2	85,71	6
E	T5	Pb	S2	PbS2	71,43	5
A	T6	Pb	S3	PbS3	71,43	5

B	T6	Pb	S3	PbS3	85,71	6
C	T6	Pb	S3	PbS3	71,43	5
D	T6	Pb	S3	PbS3	57,14	4
E	T6	Pb	S3	PbS3	85,71	6
A	T7	Pc	S1	PcS1	42,86	3
B	T7	Pc	S1	PcS1	42,86	3
C	T7	Pc	S1	PcS1	57,14	4
D	T7	Pc	S1	PcS1	42,86	3
E	T7	Pc	S1	PcS1	57,14	4
A	T8	Pc	S2	PcS2	42,86	3
B	T8	Pc	S2	PcS2	57,14	4
C	T8	Pc	S2	PcS2	42,86	3
D	T8	Pc	S2	PcS2	42,86	3
E	T8	Pc	S2	PcS2	42,86	3
A	T9	Pc	S3	PcS3	28,57	2
B	T9	Pc	S3	PcS3	42,86	3
C	T9	Pc	S3	PcS3	28,57	2
D	T9	Pc	S3	PcS3	42,86	3
E	T9	Pc	S3	PcS3	42,86	3

ANEXO J. VARIABLES VEGETATIVAS DE *Tabebuia chrysantha* A LOS 30 DÍAS

BLOQUE	# Tratamiento	CÓDIGO	ALTURA (cm)	DAC (mm)	# DE HOJAS
BLOQUE A	T7	PcS1	2,37	1,00	2,00
	T9	PcS3	1,75	0,93	2,00
	T4	PbS1	3,59	1,21	3,43
	T2	PaS2	3,18	1,12	3,20
	T5	PbS2	3,43	1,18	2,83
	T6	PbS3	2,92	1,10	2,40
	T1	PaS1	3,18	1,16	2,50
	T8	PcS2	2,50	1,04	2,67
	T3	PaS3	2,58	1,06	2,00
BLOQUE B	T3	PaS3	2,65	1,07	2,00
	T7	PcS1	2,37	1,00	2,00
	T5	PbS2	3,39	1,19	2,43
	T1	PaS1	3,18	1,16	2,60
	T4	PbS1	3,54	1,21	2,14
	T9	PcS3	1,77	0,93	2,00
	T6	PbS3	2,88	1,10	2,17
	T2	PaS2	3,18	1,13	2,00
T8	PcS2	2,48	1,04	2,50	

BLOQUE C	T5	PbS2	3,42	1,19	2,17
	T8	PcS2	2,50	1,04	2,00
	T6	PbS3	2,92	1,11	2,40
	T4	PbS1	3,63	1,21	2,00
	T1	PaS1	3,18	1,16	2,20
	T3	PaS3	2,65	1,06	2,00
	T7	PcS1	2,38	1,00	2,25
	T9	PcS3	1,75	0,93	2,00
	T2	PaS2	3,18	1,13	2,20
BLOQUE D	T1	PaS1	3,18	1,16	2,00
	T5	PbS2	3,40	1,20	2,50
	T2	PaS2	3,17	1,13	2,00
	T7	PcS1	2,33	1,01	2,00
	T9	PcS3	1,77	0,92	2,00
	T8	PcS2	2,50	1,04	2,33
	T3	PaS3	2,58	1,06	2,20
	T4	PbS1	3,61	1,22	2,71
	T6	PbS3	2,83	1,10	2,00
BLOQUE E	T9	PcS3	1,77	0,92	2,00
	T6	PbS3	2,85	1,10	2,17
	T3	PaS3	2,60	1,06	2,00
	T5	PbS2	3,42	1,19	2,20
	T8	PcS2	2,50	1,04	2,00
	T2	PaS2	3,18	1,13	2,00
	T4	PbS1	3,52	1,22	2,33
	T1	PaS1	3,20	1,17	2,00
	T7	PcS1	2,35	1,01	2,25

ANEXO K. VARIABLES VEGETATIVAS DE *Tabebuia chrysantha* A LOS 45 DÍAS

BLOQUE	# Tratamiento	CÓDIGO	ALTURA (cm)	DAC (mm)	# DE HOJAS
BLOQUE A	T7	PcS1	3,26	1,27	3,66
	T9	PcS3	3,2	1,25	4,00
	T4	PbS1	5,12	1,74	4,71
	T2	PaS2	5,04	1,74	4,40
	T5	PbS2	5,31	2,00	4,66
	T6	PbS3	4,3	1,36	4,40
	T1	PaS1	4,95	1,52	4,66
	T8	PcS2	4,56	1,57	4,00
	T3	PaS3	4,32	1,36	4,50
BLOQUE B	T3	PaS3	4	1,35	4,00
	T7	PcS1	3,4	1,26	3,66

	T5	PbS2	5,12	2,01	4,85
	T1	PaS1	4,92	1,53	4,80
	T4	PbS1	4,92	1,74	4,57
	T9	PcS3	3,26	1,27	3,33
	T6	PbS3	4,38	1,36	4,50
	T2	PaS2	4,95	1,74	5,50
	T8	PcS2	4,6	1,57	4,25
BLOQUE C	T5	PbS2	5,13	2,00	5,16
	T8	PcS2	4,73	1,52	4,00
	T6	PbS3	4,4	1,39	4,00
	T4	PbS1	5,06	1,73	4,66
	T1	PaS1	4,98	1,53	5,20
	T3	PaS3	4,12	1,35	4,25
	T7	PcS1	3,4	1,24	4,75
	T9	PcS3	3,2	1,28	4,00
	T2	PaS2	5,18	1,76	4,60
BLOQUE D	T1	PaS1	5,01	1,54	4,50
	T5	PbS2	5,43	2,00	5,00
	T2	PaS2	5,1	1,74	4,16
	T7	PcS1	3,26	1,24	4,66
	T9	PcS3	3,23	1,28	4,00
	T8	PcS2	4,66	1,57	4,00
	T3	PaS3	4,12	1,34	5,20
	T4	PbS1	5,02	1,77	2,71
	T6	PbS3	4,15	1,35	5,00
BLOQUE E	T9	PcS3	3,23	1,27	4,00
	T6	PbS3	4,35	1,33	4,83
	T3	PaS3	3,95	1,36	4,25
	T5	PbS2	5,54	2,00	4,40
	T8	PcS2	4,5	1,58	4,00
	T2	PaS2	5,08	1,77	4,80
	T4	PbS1	5,13	1,78	4,33
	T1	PaS1	4,92	1,51	4,20
	T7	PcS1	3,2	1,25	4,00

ANEXO L. VARIABLES VEGETATIVAS DE *Tabebuia chrysantha* A LOS 60 DÍAS

BLOQUE	# Tratamiento	CÓDIGO	ALTURA (cm)	DAC (mm)	# DE HOJAS
	T7	PcS1	6,6	2,14	5,66
	T9	PcS3	5,4	1,98	7,00
	T4	PbS1	8,94	2,64	7,85
	T2	PaS2	9,98	2,88	5,60

BLOQUE A	T5	PbS2	10,17	2,93	7,00
	T6	PbS3	6,82	2,24	8,00
	T1	PaS1	8,9	2,55	7,50
	T8	PcS2	8,56	2,35	8,00
	T3	PaS3	6,75	2,00	7,75
BLOQUE B	T3	PaS3	6,62	2,00	4,00
	T7	PcS1	6,83	2,12	3,66
	T5	PbS2	10,16	2,95	4,85
	T1	PaS1	8,9	2,54	4,80
	T4	PbS1	8,95	2,65	6,85
	T9	PcS3	5,53	1,99	3,33
	T6	PbS3	6,88	2,28	5,50
	T2	PaS2	9,45	2,84	8,00
	T8	PcS2	8,45	2,35	6,75
BLOQUE C	T5	PbS2	10,02	2,95	7,33
	T8	PcS2	8,43	2,39	8,33
	T6	PbS3	6,88	2,22	8,00
	T4	PbS1	9,16	2,65	7,66
	T1	PaS1	8,98	2,56	8,00
	T3	PaS3	6,85	2,00	7,75
	T7	PcS1	6,9	2,09	6,50
	T9	PcS3	5,6	1,98	7,00
	T2	PaS2	9,92	2,84	8,60
BLOQUE D	T1	PaS1	9	2,56	8,50
	T5	PbS2	10,22	2,95	7,83
	T2	PaS2	10,02	2,86	5,83
	T7	PcS1	6,63	2,16	8,33
	T9	PcS3	5,53	1,99	7,33
	T8	PcS2	8,5	2,38	8,00
	T3	PaS3	6,36	1,99	8,20
	T4	PbS1	9,12	2,71	5,00
	T6	PbS3	6,92	2,28	6,25
BLOQUE E	T9	PcS3	5,53	1,99	7,00
	T6	PbS3	6,71	2,28	7,50
	T3	PaS3	6,45	2,00	7,25
	T5	PbS2	10,24	2,98	8,60
	T8	PcS2	8,5	2,40	6,00
	T2	PaS2	9,96	2,89	8,40
	T4	PbS1	9,25	2,64	7,66
	T1	PaS1	8,86	2,56	8,20
	T7	PcS1	6,6	2,14	7,75

## ANEXO M. ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS PARCIALES

TRATAMIENTO	MANO DE OBRA (\$/m <sup>2</sup> )	SUSTRATO (\$/m <sup>2</sup> )	COSTOS QUE VARÍAN (\$/m <sup>2</sup> )
T1 (PaS1)	4,5	4,75	9,25
T2 (PaS2)	4,75	4,99	9,74
T3 (PaS3)	4,25	3,5	7,75
T4 (PbS1)	4,5	4,75	9,25
T5 (PbS2)	4,5	4,99	9,49
T6 (PbS3)	4,5	3,5	8
T7 (PcS1)	3,25	4,75	8
T8 (PcS2)	3,75	4,99	8,74
T9 (PcS3)	3	3,5	6,5

Análisis de costos que varían para cada tratamiento

TRATAMIENTO	UNIDADES SEMILLAS GERMINADAS	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	RENDIMIENTO (unid. / m <sup>2</sup> )
T1 (PaS1)	27	0,5	54
T2 (PaS2)	25	0,5	50
T3 (PaS3)	21	0,5	42
T4 (PbS1)	33	0,5	66
T5 (PbS2)	30	0,5	60
T6 (PbS3)	26	0,5	52
T7 (PcS1)	17	0,5	34
T8 (PcS2)	16	0,5	32
T9 (PcS3)	13	0,5	26

Rendimiento económico de los tratamientos

Tratamiento	Rendimiento (unid. /m <sup>2</sup> )	Rendimiento ajustado 10%	Precio/planta (\$/unid.)	Ingreso bruto (\$/m <sup>2</sup> )	Costos que varían (\$/m <sup>2</sup> )	Beneficio neto (\$/m <sup>2</sup> )
T1 (PaS1)	54	48,6	0,5	24,3	9,25	15,05
T2 (PaS2)	50	45	0,5	22,5	9,74	12,76
T3 (PaS3)	42	37,8	0,5	18,9	7,75	11,15
T4 (PbS1)	66	59,4	0,5	29,7	9,25	20,45
T5 (PbS2)	60	54	0,5	27	9,49	17,51
T6 (PbS3)	52	46,8	0,5	23,4	8	15,4
T7 (PcS1)	34	30,6	0,5	15,3	8	7,3
T8 (PcS2)	32	28,8	0,5	14,4	8,74	5,66
T9 (PcS3)	26	23,4	0,5	11,7	6,5	5,2

Beneficio neto de cada tratamiento



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

**Fecha de entrega:** 01 / 02 / 2024

**INFORMACIÓN DEL AUTOR**

**Nombres – Apellidos:** Jeison Armando Ramón Vázquez

**INFORMACIÓN INSTITUCIONAL**

**Facultad:** Recursos Naturales

**Carrera:** Ingeniería Forestal

**Título a optar:** Ingeniero Forestal

Ing. Carlos Francisco Carpio Coba M.Sc

**Director del Trabajo de Integración Curricular**

Ing. Daniel Arturo Román Robalino M.Sc

**Asesor del Trabajo de Integración Curricular**