



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIA Y  
AMBIENTAL**

**CARRERA: INGENIERIA FORESTAL**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**“Evaluación de métodos de almacenamiento de semillas de cinco especies forestales nativas en la provincia de Imbabura”.**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal**

**Línea de investigación:** Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

**Autor:** Jostin Andrés Padilla Yandún, Johan Alexander Tenecela Baque

**Directos:** Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez

Ibarra - junio - 2024



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

#### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401612106		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Padilla Yandún Jostin Andrés		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Av. 17 de Julio		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:japadillay@utn.edu.ec">japadillay@utn.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELF. MOVIL</b>	0963874582
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1206860395		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Tenecela Baque Johan Alexander		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Av. 17 de Julio		
<b>EMAIL:</b>	jatencelab@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELF. MOVIL</b>	0978843644

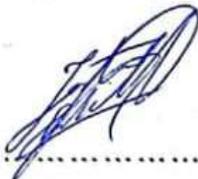
DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“Evaluación de métodos de almacenamiento de semillas de cinco especies forestales nativas en la provincia de Imbabura”.
<b>AUTORES:</b>	Jostin Andrés Padilla Yandún Johan Alexander Tenecela Baque
<b>FECHA: (dd/mm/aaaa)</b>	19/06/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
<b>CARRERA/PROGRAMA:</b>	GRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Forestal
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Vallejos Álvarez Hugo Vinicio, MSc.

### CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 19 días, del mes de junio del 2024

LOS AUTORES:

Firma.....

Padilla Yandún Jostin Andrés

Firma.....

Tenecela Baque Johan Alexander

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN  
CURRICULAR**

Ibarra, 19 de junio del 2024

Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f) .....

Ing. Vallejos Álvarez Hugo Álvarez

C.C.: 1002018941

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS DE CINCO ESPECIES FORESTALES NATIVAS EN LA PROVINCIA DE IMBABURA” elaborado por Padilla Yandún Jostin Andrés y Tenecela Baque Johan Alexander, previo a la obtención del título del Ingeniero Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f):.....

Ing. Vallejos Álvarez Hugo Vinicio, MSc.

C.C.: 1002018941

(f):.....

Ing. Añazco Romero Mario José, PhD.

C.C.: 0701574329

## DEDICATORIA

*A Dios, a mis padres Marco Padilla y Grimaneza Yandún por su constante apoyo y amor incondicional. Por creer en mí e inculcarme el valor del esfuerzo y perseverancia. A mis hermanas Jessica y Daniela y pareja Lynda Prócel, por acompañarme en cada paso y compartir los momentos más difíciles que he dado hasta poder culminar esta etapa. A quienes me acompañaron Ronaldo Lima, Priscila Casahualpa, Santiago Toapanta, Mateo Alarcón, Sebastián Benavides, por sus consejos, paciencia y por ser mi refugio en momentos difíciles. A todas las personas que contribuyeron a lo largo de mi formación académica, sus palabras de aliento y su confianza fueron fundamentales. Mi gratitud y amor eterno a todos ustedes.*

*Jostin Padilla*

*A Dios, a mi madre Ángela Baque por guiarme con su experiencia y conocimiento, y por motivarme a alcanzar la excelencia en mi trabajo. Su influencia ha sido crucial en mi desarrollo profesional. A mi esposa e hija Juberly Salazar y María Ángela Tenecela por su amor, paciencia y comprensión durante los momentos más desafiantes. Gracias por ser mi ancla y mi motivación para seguir adelante. A mis abuelos Florencio Baque y Rosa Alay por sus historias y sabiduría, que me inspiraron a seguir adelante. Este trabajo es un tributo a su legado y a la fuerza que siempre me transmitieron. A mis amigos, familiares y colegas, gracias por su fe en mí. Este logro es la culminación de sus palabras de aliento y apoyo constante.*

*Johan Tenecela*

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar, agradecemos a Dios por permitirnos llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr nuestros objetivos, además de brindarnos de su sabiduría, bondad y amor. A mis padres, por su apoyo y amor incondicional, por los consejos brindados, por su constante motivación y confianza en mis capacidades, sin ellos este logro no sería posible. A mis hermanas y pareja, por ser mi fuente constante de ánimo y por creer en mí incluso en los momentos más difíciles. A mis amigos quienes han estado siempre a mi lado con palabras de aliento, brindándome su amistad y por celebrar conmigo cada pequeño avance. Además de brindar un agradecimiento especial a la carrera de Ingeniería Forestal por permitir realizar la investigación dentro de sus predios, a los ingenieros Hugo Vallejos y Mario Añasco, por brindar su sabiduría y conocimientos, además de guiarme para poder cumplir una de nuestras metas.*

*Jostin Padilla*

*Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de esta tesis. A mi madre por su amor incondicional, su apoyo constante y por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación. Sin su guía y motivación, este logro no habría sido posible. A mis amigos por su compañía, comprensión y palabras de aliento en los momentos más difíciles. Gracias por estar siempre ahí, brindándome su apoyo incondicional. A mis profesores y mentores a los ingenieros Hugo Vallejos y Mario Añasco, por compartir su conocimiento, por sus valiosas enseñanzas y por su orientación a lo largo de mi formación académica. Su dedicación y compromiso han sido fundamentales para mi crecimiento. A mi esposa por su amor, paciencia y comprensión durante este largo proceso. Gracias por ser mi apoyo constante y por creer en mí en cada paso del camino. A mis compañeros de estudio por su colaboración, camaradería y por hacer de esta experiencia algo memorable. Juntos hemos superado numerosos desafíos y aprendido valiosas lecciones. A todos los que de alguna manera han contribuido a este logro: gracias por su apoyo y por creer en mí. Este trabajo es también un reflejo de su influencia y su ayuda.*

*Johan Tenecela*

## Resumen Ejecutivo

En el Ecuador las actividades de conservación, protección e investigación no son suficientes en semillas de especies nativas. Por tal razón se planteó la evaluación de cinco métodos de almacenamiento de cinco especies forestales nativas de la provincia de Imbabura, las cuales fueron: *Delostoma integrifolium*, *Saurauia tomentosa*, *Morella pubescens*, *Hieronyma macrocarpa* y *Caesalpinia spinosa*. Las semillas de las especies mencionadas fueron recolectadas en comunidades de la provincia de Imbabura. La investigación se basa de un diseño irrestricto al azar; envases (frasco de cristal oscuro, frasco de cristal traslúcido, funda oscura, funda traslúcida y un tratamiento testigo), medios (natural y refrigeración de 6 a 8 grados) y tiempo (de almacenamiento dos meses y de germinación 45 días). Los resultados arrojaron que el mejor tratamiento en *Delostoma integrifolium* fue el tratamiento tres (funda oscura), donde la germinación fue de 20 semillas, con una energía germinativa del 34,5%, un vigor germinativo del 0,21% y un poder germinativo de 6%. En *Caesalpinia spinosa*, el mejor tratamiento fue el tres (funda oscura), arrojando resultados que, en germinación fue de 15 semillas, con una energía germinativa del 20,7%, el vigor germinativo fue del 0,11% y un poder germinativo del 7,5%. En las dos especies tras realizar las pruebas estadísticas no se encontró diferencias significativas, por lo cual se llegó a la conclusión de que ninguno de los tratamientos fue significativo. En las demás especies no se obtuvo resultados debido a que germinan en un mayor período de tiempo, además de que su latencia física es muy alta.

**Palabras clave:** Germinación, almacenamiento, semillas, envases, especies.

## ABSTRACT

In Ecuador, activities related to the conservation, protection, and research of native species seeds are insufficient. For this reason, an evaluation of five storage methods for five native forest species from the province of Imbabura was proposed. The species included *Delostoma integrifolium*, *Saurauia tomentosa*, *Morella pubescens*, *Hieronyma macrocarpa*, and *Caesalpinia spinosa*. The seeds of these species were collected from communities in the province of Imbabura. The research is based on a completely randomized design involving containers (dark glass jar, clear glass jar, dark bag, clear bag, and a control treatment), storage conditions (natural and refrigeration at 6 to 8 degrees), and time (two months of storage and 45 days of germination). The results showed that the best treatment for *Delostoma integrifolium* was treatment three (dark bag), with germination of 20 seeds, a germination energy of 34.5%, a germination vigor of 0.21%, and a germination power of 6%. For *Caesalpinia spinosa*, the best treatment was also treatment three (dark bag), yielding results of 15 seeds germinated, a germination energy of 20.7%, a germination vigor of 0.11%, and a germination power of 7.5%. Statistical tests for the two species revealed no significant differences, leading to the conclusion that none of the treatments were significant. No results were obtained for the other species because they germinate over a longer period and have very high physical dormancy.

**Keywords:** Germination, storage, seeds, jars, species.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	17
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	17
1.1.1. PROBLEMÁTICA .....	17
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	17
1.3. OBJETIVOS .....	18
1.3.1. Objetivo General.....	18
1.3.2. Objetivos Específicos .....	18
1.4. HIPÓTESIS O PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. Conservación de los recursos genéticos forestales en el Ecuador .....	19
2.2. Selección y descripción de las especies forestales.....	20
2.2.1. <i>Delostoma integrifolium</i> D.Don .....	20
2.2.2. <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze .....	20
2.2.3. <i>Myrica pubescens</i> (Humb. & Bonpl.).....	21
2.2.4. <i>Saurauia tomentosa sprucei</i> .....	21
2.2.5. <i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg .....	22
2.3. Fenología.....	22
2.3.1. Árboles candidatos o semilleros .....	22
2.3.2. Recolección de frutos .....	23
2.3.3. Técnicas de recolección.....	23
2.4. Almacenamiento de semillas .....	23
2.4.1. Semillas.....	24
2.4.2. Factores que inciden en el almacenamiento de la semilla .....	25
2.4.3. Recipientes para el almacenamiento.....	26
2.5. Análisis de la semilla .....	27
2.5.1. Normas International Seed Testing Association (ISTA) .....	27
2.5.2. Pureza .....	28
2.5.3. Contenido de humedad .....	28
2.5.4. Peso de la semilla.....	28
2.5.5. Morfometría de la semilla.....	28
2.5.6. Viabilidad .....	29
2.6. Germinación.....	29
2.6.1. Condiciones Ambientales .....	29

2.6.2.	Temperatura .....	29
2.6.3.	Humedad .....	29
2.6.4.	Luz .....	29
2.6.5.	Disponibilidad de oxígeno .....	30
2.6.6.	Calidad de la semilla.....	30
2.7.	Latencia .....	30
2.7.1.	Período de latencia.....	30
2.7.2.	Latencia exógena o por la cubierta .....	30
2.7.3.	Latencia endógena o morfológica.....	31
2.8.	Tratamientos pre germinativos.....	31
2.8.1.	Estratificación .....	31
2.8.2.	Escarificación .....	31
2.8.3.	Lixiviación.....	32
2.8.4.	Hormonas o estimuladores químicos .....	32
2.9.	Estudios similares .....	32
CAPÍTULO III.....		34
MATERIALES Y MÉTODOS .....		34
3.1.	Ubicación del lugar .....	34
3.1.1.	Política .....	34
3.1.2.	Geográfica.....	35
3.1.3.	Límites .....	35
3.2.	Caracterización edafoclimática del lugar .....	36
3.2.1.	Suelos.....	36
3.2.2.	Clima.....	36
3.3.	Materiales, equipos y software.....	37
3.4.	Métodos, técnicas e instrumentos .....	37
3.4.1.	Diseño experimental .....	37
3.4.2.	Tratamientos .....	38
3.4.3.	Análisis estadístico .....	38
3.4.4.	Instalación del experimento .....	39
CAPÍTULO IV .....		44
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		44
4.1.	Análisis de semillas .....	44
4.1.1.	Pureza .....	44
4.1.2.	Contenido de humedad .....	45

4.1.3.	Peso por kilogramo .....	47
4.2.	Descripción morfológica de semilla en estudio. ....	48
4.2.1.	Tamaño .....	48
4.2.2.	Forma .....	49
4.2.3.	Color .....	51
4.2.4.	Textura .....	54
4.3.	Almacenamiento de semilla de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze .....	55
4.3.1.	Poder germinativo.....	55
4.3.2.	Vigor germinativo.....	58
4.3.4.	Energía germinativa .....	61
4.4.	Germinación de <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.....	64
4.4.1.	Poder germinativo.....	64
4.4.2.	Vigor germinativo.....	67
4.4.3.	Energía germinativa .....	70
4.5.	Germinación de <i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll. Arg; <i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.); <i>Saurauia rubiformis sprucei</i> .....	73
CAPÍTULO V .....		75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		75
5.1.	CONCLUSIONES .....	75
5.2.	RECOMENDACIONES .....	75
BIBLIOGRAFÍA .....		76
ANEXOS .....		84

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Materiales, equipos y software a emplear en la investigación.</i> .....	37
<b>Tabla 2</b> <i>Descripción del diseño empleado por especie</i> .....	37
<b>Tabla 3</b> <i>Descripción de tratamientos empleados por especie.</i> .....	38
<b>Tabla 4</b> <i>Tamaño de las semillas de las especies seleccionadas</i> .....	48
<b>Tabla 5</b> <i>Forma de las semillas de las especies seleccionadas</i> .....	50
<b>Tabla 6</b> <i>Color de las semillas de las especies estudiadas</i> .....	52
<b>Tabla 7</b> <i>Textura de las semillas de las especies estudiadas</i> .....	54
<b>Tabla 8</b> <i>Evaluación del poder germinativo por cada tratamiento y repetición.</i> .....	55
<b>Tabla 9</b> <i>Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del poder germinativo de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze</i> .....	56
<b>Tabla 10</b> <i>Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene del poder germinativo de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze</i> .....	56
<b>Tabla 11</b> <i>Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del poder germinativo de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze</i> .....	57
<b>Tabla 12</b> <i>Evaluación de la prueba de medias del poder germinativo para determinar la significancia de los tratamientos.</i> .....	57
<b>Tabla 13</b> <i>Evaluación del vigor germinativo por cada tratamiento y repetición.</i> .....	58
<b>Tabla 14</b> <i>Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del vigor germinativo de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze</i> .....	59
<b>Tabla 15</b> <i>Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene del vigor germinativo de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze</i> .....	59
<b>Tabla 16</b> <i>Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del vigor germinativo de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze</i> .....	60

<b>Tabla 17</b> <i>Evaluación de la prueba de medias del vigor germinativo para determinar la significancia de los tratamientos.</i> .....	60
<b>Tabla 18</b> <i>Evaluación de la energía germinativa por tratamiento y repetición.</i> .....	61
<b>Tabla 19</b> <i>Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks de la energía germinativa de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze.</i> .....	62
<b>Tabla 20</b> <i>Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene de la energía germinativa de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze.</i> .....	62
<b>Tabla 21</b> <i>Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis de la energía germinativa de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze</i> .....	63
<b>Tabla 22</b> <i>Evaluación de la prueba de medias de la energía germinativa para determinar la significancia de los tratamientos.</i> .....	63
<b>Tabla 23</b> <i>Evaluación del poder germinativo por tratamiento y repetición.</i> .....	64
<b>Tabla 24</b> <i>Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del poder germinativo de la especie <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don</i> .....	65
<b>Tabla 25</b> <i>Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene del poder germinativo de la especie <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.</i> .....	65
<b>Tabla 26</b> <i>Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del poder germinativo de la especie <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don.</i> .....	66
<b>Tabla 27</b> <i>Evaluación de la prueba de medias del poder germinativo para determinar la significancia de los tratamientos.</i> .....	66
<b>Tabla 28</b> <i>Evaluación del vigor germinativo por cada tratamiento y repetición.</i> .....	67
<b>Tabla 29</b> <i>Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del vigor germinativo de la especie <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don</i> .....	68
<b>Tabla 30</b> <i>Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene del vigor germinativo de la especie <i>Delostoma integrifolium</i> D. Don</i> .....	68

<b>Tabla 31</b> <i>Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del vigor germinativo de la especie <i>Delostoma integrifolium</i> D.Don</i> .....	69
<b>Tabla 32</b> <i>Evaluación de la prueba de medias del vigor germinativo para determinar la significancia de los tratamientos.</i> .....	69
<b>Tabla 33</b> <i>Evaluación de la energía germinativa por tratamiento y repetición.</i> .....	70
<b>Tabla 34</b> <i>Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks de la energía germinativa de la especie <i>Delostoma integrifolium</i> D.Don</i> .....	71
<b>Tabla 35</b> <i>Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene de la energía germinativa de la especie <i>Delostoma integrifolium</i>.</i> .....	71
<b>Tabla 36</b> <i>Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis de la energía germinativa de la especie <i>Delostoma integrifolium</i>.</i> .....	72
<b>Tabla 37</b> <i>Evaluación de la prueba de medias de la energía germinativa para determinar la significancia de los tratamientos</i> .....	72

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> <i>Mapa de ubicación</i> .....	35
<b>Figura 2</b> <i>Forma de la semilla (Murley, 1951)</i> .....	41
<b>Figura 3</b> <i>Pureza de las semillas de las especies seleccionadas</i> .....	44
<b>Figura 4</b> <i>Contenido de humedad de las semillas de las especies seleccionadas</i> .....	45
<b>Figura 5</b> <i>Número de semillas por kg de las especies seleccionadas</i> .....	47
<b>Figura 6</b> <i>Recolección de frutos</i> .....	84
<b>Figura 7</b> <i>Frutos recolectados de las especies estudiadas</i> .....	84
<b>Figura 8</b> <i>Despulpe del fruto para la obtención de semillas</i> .....	85
<b>Figura 9</b> <i>Selección de las semillas para su almacenamiento</i> .....	85
<b>Figura 10</b> <i>Almacenamiento de las semillas en la nevera</i> .....	86
<b>Figura 11</b> <i>Instalación del ensayo de germinación</i> .....	86
<b>Figura 12</b> <i>Germinación de las semillas</i> .....	87

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1.1. PROBLEMÁTICA

En Ecuador los diferentes gobiernos, organizaciones, comunidades y asociaciones, que tienen un interés de ralentizar la tasa de deforestación, es necesario planear y ejecutar diferentes programas de restauración y mejoramiento de los bosques. Para lograr estas metas se necesita de una gran cantidad de plántulas en viveros forestales, por lo cual necesita una gran demanda de semillas que deberán encontrarse en una excelente calidad (Cué García, Añazco, & Paredes, 2019).

De acuerdo con (Grijalva, y otros, 2015) el conocimiento de los recursos genéticos forestales es nula, a pesar de que ha ido crecimiento a pasos muy pequeños, son escasos e insuficientes los diferentes estudios por parte de instituciones que cumplen acciones de protección, conservación y uno manejo forestal sostenible de los recursos genéticos.

Por lo descrito anteriormente es necesario desarrollar esta investigación para obtener más información sobre el almacenamiento y la germinación de las especies forestales, por lo tanto, la información científica de semillas forestales es escasa, aparte que la falta de fondos económicos no permite capacitar al personal en los diferentes temas como son los distintos calendarios fenológicos para la recolección y manipulación de semillas. Por ello, el propósito de esta investigación es analizar el comportamiento de las semillas bajo diferentes condiciones de almacenamiento y los requerimientos de germinación, de cinco especies forestales nativas de la provincia de Imbabura.

La presente investigación es desarrollada por la falta de estudios y conocimientos sobre la gestión de semillas de especies andinas forestales nativas del país, en particular en su almacenamiento y conservación óptimo.

### 1.2. JUSTIFICACIÓN

La conservación de los recursos genéticos en el Ecuador ha sido nula y en el área forestal no es la excepción. La carencia de información en los estudios de almacenamiento y conservación de semillas es un problema grave en nuestro país, ya que con el tiempo se ha ido perdiendo especies nativas y con ello la biodiversidad (Cué García, Añazco, & Paredes, 2019).

El almacenamiento se lo realizará de manera ex situ, es decir en frascos herméticamente sellados y esterilizados, contribuyendo así a conservar semillas que son propias de nuestro entorno, manteniendo la genética que es crucial para la adaptación y la resiliencia de los bosques frente a cambios ambientales, enfermedades y plagas. Además, con esta investigación podemos preservar las semillas escogidas para futuras generaciones (Ceballos F. & López Ríos, 2007).

Es por este motivo que se realiza esta investigación en donde se evaluará el almacenamiento de cinco especies forestales nativas de la provincia de Imbabura, mismas que son de interés para proyectos de reforestación, en donde se busca obtener como resultado una correcta conservación de semillas manteniendo su vigor, viabilidad y poder germinativo. Pudiendo así ayudar a conservar el material genético y evitar la pérdida de masa forestal nativa, manteniendo así la biodiversidad.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Evaluar cinco métodos de almacenamiento y germinación de semillas de cinco especies forestales.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la calidad de semillas de acuerdo a las normas ISTA,
- Evaluar el efecto de cinco métodos de almacenamiento en la germinación de las semillas de las especies estudiadas.

### **1.4. HIPÓTESIS O PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

- **Ho**

Los tratamientos de almacenamiento de las semillas no influyen de manera significativa en la germinación de las especies estudiadas.

- **Ha**

Al menos unos de los tratamientos de almacenamiento influyen de manera significativa en la germinación de las especies estudiadas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Conservación de los recursos genéticos forestales en el Ecuador

En el Ecuador el conocimiento acerca de los recursos genéticos forestales (RGF) son limitados, además de que las investigaciones y estudios son insuficientes, mientras que las actividades de conservación, protección e investigación que son realizadas por diversas instituciones no son suficientes (Grijalva, y otros, 2016).

Los recursos genéticos forestales es un componente muy importante en la conservación de la biodiversidad y su variabilidad genética, la cual un pilar esencial para la adaptación y evolución de las diferentes especies; por lo tanto, mantener un banco de germoplasma es de vital importancia para el mantenimiento de los diferentes ecosistemas, biológicos, socioeconómicos y desarrollo sostenible del lugar. (FAO, 2005)

(Añazco Romero M. , 2003) menciona que el Ecuador a través del sistema nacional de áreas protegidas tendría la mejor herramienta con el fin de precautelar la conservación in situ de los recursos forestales, pero sin embargo la deforestación y agricultura invasiva pone en peligro esta estrategia. Mientras que para la conservación ex situ se cuenta con un banco de germoplasma para semillas agrícolas, en donde un mínimo porcentaje en este banco son de semillas forestales.

La demanda de semillas forestales nativas en el Ecuador se encuentran destinadas para los planes de reforestación, mientras que las prácticas de enriquecimiento y restauración forestal son nulas (Cué García, Añazco, & Paredes, 2019), por lo tanto, la genética propia de las especies forestales se ha ido perdiendo, por la falta de prácticas silviculturales e implementación de fuentes semilleras.

(Romero & Pérez, 2016) afirma que existe una desinformación en el Ecuador acerca de temas importantes que dificultan a la conservación de RGF, los temas desconocidos son ecología, fisiología y morfología de semillas.

(Grijalva, Checa Ramos, Barrera, & Limongi, 2012) menciona que en Ecuador existe cierta cantidad de instituciones que guardan los RGF, entre los que encontramos está el Banco Nacional de Germoplasma del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias la cual guarda a 72 especies con 85 accesiones. La Universidad Tecnológica Particular de Loja contiene 500 especies en 800 accesiones,

siendo esta institución la que más guarda recursos genéticos forestales. En la Universidad Nacional de Loja posee un arboreto que contiene a especies de nueve familias, mientras la Universidad Técnica de Quevedo posee a 50 especies tropicales. Al igual que en la red de jardines botánicos del Ecuador se reporta a siete unidades que ayudan en la conservación de especies y semillas forestales.

Cabe recalcar que el Estado Ecuatoriano tiene como prioridad la preservación de la biodiversidad y de todos sus elementos, haciendo un especial énfasis en la diversidad agrícola, silvestre y el patrimonio genético nacional. (INABIO, 2017)

## **2.2. Selección y descripción de las especies forestales**

La selección de las especies está dada por varios factores a considerar, como pueden ser con el fin de recuperar un área en específico, conservación de la especie, ecología, mejoramiento genético, plantaciones, fines económicos o paisajísticos. (Añazco, 2000)

### **2.2.1. *Delostoma integrifolium* D.Don**

Conocida comúnmente como yalomán o cholán morado. Perteneciente a la familia Bignoniaceae, es un árbol que llega a medir 15 m de alto, con una copa ancha a globosa. Sus hojas son simples, opuestas con una forma elíptica que van de 12 a 20 cm de largo por 3 a 6 cm de ancho, con un margen entero y ápice obtuso. Las flores son bisexuales y se encuentran a manera de racimos terminales con un número de flores de 2 a 4. El fruto es una cápsula loculicida con una forma oblongo- elíptica, dentro de la cual alberga numerosas semillas que son de tipo aladas. (Minga & Verdugo, 2016)

Se encuentra distribuida en la región interandina desde los 1000 a 3500 msnm, la cual ha sido localizada desde Venezuela hasta Perú. (Minga & Verdugo, 2016)

### **2.2.2. *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze**

Perteneciente a la familia de las Leguminosae-Caesalpinioideae, comúnmente llamada Tara o Guarango. El árbol crece a una altura de 12 m y 60 cm de diámetro en su tronco, las ramas son cortas y estriadas, contiene espinas cónicas ubicadas en los nudos, el tronco es corto y su corteza es rugosa de color gris. Las hojas son compuestas parapinnadas, de margen entero y obtusa en el ápice, con 2 a 3 pares de espinas, las cuales miden de 6 a 14 cm de largo. (Arteaga Rodríguez, 2015)

La inflorescencia se encuentra en racimos con flores bisexuales, el fruto es en legumbre indehisciente oblonga, la cual se encuentra comprimida y de color rojiza cuando se encuentra madura, las valvas son gruesas y esponjosas. Cada valva contiene de 4 a 8 semillas ovadas de 8 a 10 mm de largo. (Fabara Pazmiño, 2012)

La podemos encontrar en los valles interandinos y en el lado occidental de la cordillera de los Andes. Crece desde los 500 a 2800 msnm en las provincias de Loja, Imbabura, Chimborazo. (Arteaga Rodríguez, 2015)

### **2.2.3. *Myrica pubescens* (Humb. & Bonpl.)**

También llamada o comúnmente conocida como Laurel de cera, perteneciente a la familia Myricaceae, es un árbol que alcanza alturas de 5 a 10 metros de altura, con un diámetro de 25 a 30 cm y copa redonda. Sus hojas son simples alternas, decusadas elípticas y con un margen serrado. El pecíolo presenta pubescencia. La inflorescencia es en amentos, con flores pequeñas de color rojo y agrupadas. (MAE & FAO, 2015)

Se caracterizan por sus frutos pequeños, los cuales se encuentran adheridos a las ramas y cubiertos por una sustancia de cerosa. Las hojas presentan resina en el envés, al igual que un olor agradable que puede ser percibido en la corteza. (Lojan Idrobo, 1992)

Se encuentra distribuido en bosques secundarios, bordes de bosques o en sitios degradados, encontrándolo a 2100 msnm en provincias como Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Morona, Napo, Pichincha, Tungurahua y Zamora.

### **2.2.4. *Saurauia tomentosa sprucei***

Comúnmente conocida como Moquillo, la especie *Saurauia tomentosa sprucei* pertenece a la familia Actinidiaceae. Es un árbol con una altura de 7 a 15 metros y con un diámetro en la base de 15 a 30 cm, con un fuste recto o torcido, su corteza es algo agrietada, con hojas simples elíptico-oblongas a obovadas, ligeramente acuminadas y serruladas. Sus flores son de pétalos blancos con pistilo y estambres, las cuales vienen en panículas. Los frutos son bayas globosas, con un tono verde. (MAE & FAO, 2015)

La fenología de esta especie menciona que se encuentra en floración y fructificación durante todo el año. Y se encuentra distribuida en los bosques montanos de la sierra y estribaciones orientales y occidentales, en provincias de Imbabura, Napo, Pastaza, Zamora, Pastaza; en una elevación sobre los 1450 m. (MAE & FAO, 2015)

### 2.2.5. *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg.

Especie conocida como Motilón o Mote. *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg. de la familia Euphorbiaceae, son árboles que llegan a medir 15 m de altura, desarrollándose en alturas entre 2200 y 2800 msnm (Lojan Idrobo, 1992). Hojas simples coriáceas con nervaduras curvadas hacia el borde; panículas axilares cada una sostenida por una pequeña bráctea (MAE & FAO, 2015).

Los frutos cuando se encuentran maduros son de color negro violáceo semejantes a la uva, los cuales sirven de alimento para las aves y para el consumo humano (Lojan Idrobo, 1992). Se encuentran distribuidas en las provincias de: Bolívar, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Napo y Pichincha.

## 2.3. Fenología

La fenología es conocida como el estudio de los fenómenos biológicos que se encuentra de manera apropiada al ritmo periódico como es la floración, fructificación, entre otros (Fournier & Charpentier, 1978). Mientras que (US/IBP, 1972) definió a la fenología como “la investigación de las secuencias de acontecimientos biológicos periódicos con el objetivo de comprender las causas de la sincronización con respecto a los factores bióticos y abióticos, y la interrelación entre las etapas de un mismo evento o de especies diferentes”.

(Venegas Tovar, 1976) menciona que la fenología es de suma importancia al momento de comprender la dinámica de las comunidades vegetales, ya que permiten a través de observaciones prever las épocas de reproducción de los árboles, ciclo de crecimiento vegetativo, identificar los períodos para una mejor propagación, al igual que se puede establecer programas de mejoramiento genético, datos que sirven para una mejor comprensión ecológica e inclusive para actividades turísticas.

### 2.3.1. Árboles candidatos o semilleros

Los árboles semilleros son considerados como especies forestales madre o plantas madres, los cuales contienen características fenotípicas deseables para producir semillas de alta calidad, esto con el fin de obtener un espécimen de excelentes características, teniendo una comprensión clara de la fenología de las especies y el calendario de producción de semillas. (University of California, 2007)

(Añazco Romero, 2000) menciona que los principales criterios de selección de árboles semilleros o también denominados árboles plus son los siguientes:

- Edad del árbol semillero
- Producción de frutos y semillas
- Tolerantes a enfermedades y plagas
- Estado fitosanitario
- Fecha de fructificación
- Y sobre todo no menos importante obtener el interés del propietario en conservar y manejar de buena manera a los árboles escogidos en sus terrenos.

Según (Añazco Romero, 2000) se debe escoger árboles que hayan alcanzado su madurez fisiológica, ya que si por error se escoge árboles jóvenes o muy viejos se obtendrá árboles con deficiencia de calidad.

### **2.3.2. Recolección de frutos**

(Gold, León, & Way, 2004) menciona que se debe tener sumamente cuidado al momento de realizar la recolección de los frutos, ya que se debe reconocer si están lo suficientemente maduros o se encuentran en la fase de dispersión para ser recolectados. Cabe recalcar que para cada especie la identificación de la recolección de los frutos es diferente, debido a que cada especie presenta diferente morfología y fisiología.

### **2.3.3. Técnicas de recolección**

En técnicas de recolección tenemos las siguientes técnicas (Oliva, Vacalla, Pérez, & Tuetto, 2014):

- Recolección de frutos o semillas caídos al suelo, donde es una técnica barata y segura, pero con el inconveniente de recolectar un fruto con semillas deterioradas.
- Recolección de árboles en pie, se accede a ellos a través del trepado del árbol ya sea por medio de poleas o a través del uso de escaleras.

## **2.4. Almacenamiento de semillas**

FAO (1991) menciona que el almacenamiento se refiere a la preservación de semillas con características viables determinadas desde su recolección hasta su siembra.

Es una práctica crucial en la agricultura y conservación de la biodiversidad, ya que asegura el suministro y la calidad de semillas para el futuro.

Existen diferentes métodos y condiciones para el almacenamiento de semillas dependiendo del tipo de semillas, sus características y el tiempo de almacenamiento requerido. Algunos factores que deterioran el almacenamiento de semillas incluyen la humedad, la temperatura, el tipo de contenedor y el tiempo de almacenamiento. Se pueden encontrar distintas técnicas y procesos para el almacenamiento de semillas y se recomiendan las mejores prácticas para garantizar la conservación y la calidad de las semillas almacenadas (Willan, 1991).

En el ámbito de los recursos fitogenéticos, el comportamiento de la fisiología del almacenamiento de semillas de una especie y su durabilidad son factores determinantes para establecer los métodos de conservación adecuados para su posterior utilización. Debido a que el almacenamiento de semillas es un método práctico y económico, es el método de elección para conservar el 90% de los 6 millones de materiales recolectados ex situ al rededor del mundo (Gordon, 1992). Este método es la principal forma de conservar especies que producen semillas ortodoxas, es decir, aquellas que pueden resistir la deshidratación a bajos niveles de humedad y se almacenan a temperaturas extremadamente bajas. La mayoría de las especies de campo y muchas especies de árboles generan este tipo de semilla. Los métodos convencionales de conservación de semillas se han perfeccionado durante décadas e incluyen secar las semillas hasta un bajo contenido de humedad (3-7 % del peso fresco según la especie) y almacenarlas en recipientes sellados a temperaturas bajas, preferiblemente  $-18^{\circ}\text{C}$  o inferior (Rao, Hanson, Dulloo, Nowell, & Larinde, 2007).

#### **2.4.1. Semillas**

“La semilla es considerada como la estructura reproductiva principal de la mayoría de plantas superiores tanto terrestres como acuáticas. La cual realiza un papel primordial en la conservación y dispersión de las poblaciones, regeneración de bosques y sucesión ecológica” (Doria, 2010). La semilla tiene la particularidad de poder ser almacenada durante largos períodos, asegurando la preservación de especies y variedades de plantas valiosas.

#### *2.4.1.1. Semillas Ortodoxas*

Son aquellas semillas que adquieren una gran tolerancia a la deshidratación durante su desarrollo, el cual consiste en la disminución de la cantidad de agua en el sistema vascular de la planta madre a la semilla después de la fase de polinización. Por lo tanto, en este proceso adquieren la característica de tolerar a bajos niveles de contenido de agua, pudiendo tener una excelente viabilidad y almacenamiento (Chicaiza Machay, 2018).

Al madurar contienen un bajo contenido de humedad (CH), entre un 50% y un 20%, permitiendo almacenarlas bajo condiciones de humedad del 5 al 8%. Resistiendo temperaturas bajas hasta  $-20^{\circ}\text{C}$  (Serrada, 2000).

#### *2.4.1.2. Semillas Recalcitrantes*

Son semillas que pierden la viabilidad al poco tiempo después de ser colectadas o extraídas del fruto, resultando muy difícil almacenarlas (Chicaiza Machay, 2018). Siendo muy sensibles a la deshidratación tanto en el momento de desarrollarse como al desprenderse, por lo tanto, no pasan por un periodo de secado en su maduración (Plaza & Magnitskiy, 2007).

En su maduración contienen un alto contenido de humedad entre el 90 al 40%, permitiendo un secado manteniendo un porcentaje de humedad del 25 al 80%, por lo tanto, si contienen un porcentaje de agua menor al 20 o 30% pierde su viabilidad, al igual que si se almacena a temperaturas menores a  $-3^{\circ}\text{C}$  (Serrada, 2000).

### **2.4.2. Factores que inciden en el almacenamiento de la semilla**

(Willan, 1991) menciona que el almacenamiento adecuado de las semillas es esencial para mantener su vigor y mantener su capacidad de germinación a lo largo del tiempo. Varios factores pueden afectar el almacenamiento de semillas, entre ellos:

1. **Humedad:** Es considerado como uno de los elementos más importantes que suceden a la vida útil de las semillas almacenadas. Las semillas deben almacenarse en un ambiente seco para evitar el crecimiento de hongos y bacterias y la germinación prematura.
2. **Temperatura:** Juega un papel importante en el almacenamiento de semillas. En general, las semillas se almacenan mejor a una temperatura fresca y estable. Una temperatura demasiado alta acelerará la pérdida de vigor de la semilla.

3. **Luz:** La exposición a la luz puede afectar la germinación de algunas semillas. Muchas semillas prefieren condiciones de oscuridad para asegurar su viabilidad a largo plazo. Se recomienda almacenar las semillas en recipientes opacos que las protegen de la luz.
4. **Oxígeno:** El oxígeno acelera el deterioro de las semillas debido a la oxidación. Algunas semillas, especialmente las de especies recalcitrantes o sensibles, sobreviven mejor en condiciones hipóxicas. Use técnicas de envasado al vacío o atmósfera controlada para reducir el oxígeno alrededor de las semillas.
5. **Vida útil:** La vida útil de las semillas varía según la variedad. Algunas semillas seguirán siendo viables durante varios años, mientras que otras tienen una vida útil más corta. Es importante conocer la vida útil específica de cada semilla y ajustar las condiciones de almacenamiento en consecuencia.
6. **Condición inicial de la semilla:** Las semillas para el almacenamiento deben provenir de plantas sanas y maduras. Las semillas de mala calidad, dañadas o enfermas pueden tener menor potencia y es más probable que se descompongan durante el almacenamiento.
7. **Tratamiento previo al almacenamiento:** algunas semillas pueden destruirse de un tratamiento previo al almacenamiento, como secado, descascarillado o estratificación, para mejorar su capacidad de almacenamiento y germinación. (Willan, 1991)

### 2.4.3. Recipientes para el almacenamiento

(Willan, 1991) da a conocer ciertos tipos de materiales para el almacenamiento de semillas entre los que encontramos:

- Materiales completamente permeables a la humedad y a los gases. Estos son bolsas de yute, sacos de algodón, así como recipientes de papel y cartón, tanto rígido como blandos (Harrington, 1973).
- Materiales completamente impermeables. Dentro de estos recipientes encontramos frascos y latas de aluminio, al igual que tarros de aluminio de vidrio estilo Mason o Kilner, envases de plástico y de papel laminado de aluminio. Donde según (IBPGR, 1976) recomiendan frascos metálicos sellados como el método más adecuado.

- Materiales resistentes a la humedad. Encontramos frascos de polietileno y papel de aluminio. Estos recipientes resisten a la humedad, pero durante períodos prolongados tiende a ceder al paso de vapor de agua, lo que equilibra la humedad relativa dentro del frasco con el del ambiente (Justice & Bass, 1978).

Mientras (Barrientos, 2008) menciona que existen diferentes tipos de recipientes adecuados para almacenar semillas. A continuación, se presentan algunas opciones comunes:

- Frascos de vidrio: Los frascos de vidrio con tapas preparadas son buenos almacenes para semillas porque evitan la entrada de humedad e insectos. Es muy importante asegurarse de que el frasco esté completamente seco antes de colocar las semillas en el frasco.
- Bolsas de plástico sellables: Las bolsas de plástico sellables, como las bolsas ziploc, se pueden usar para almacenar semillas. Asegúrese de elegir una bolsa de calidad que sea una prueba de humedad y hermética para proteger sus semillas.
- Recipientes herméticos: Los recipientes herméticos de plástico o metal son adecuados para el almacenamiento de semillas a largo plazo. Estos recipientes ayudan a proteger las semillas de la humedad, la luz y los insectos. También son útiles para tejidos que contienen varias semillas.

Al elegir un contenedor de almacenamiento de semillas, es importante asegurarse de que esté limpio y seco antes de colocar las semillas. Además, se recomienda etiquetar el envase con información relevante, como el tipo de semilla y la fecha de recolección, para su fácil identificación posterior (Barrientos, 2008).

## **2.5. Análisis de la semilla**

### **2.5.1. Normas International Seed Testing Association (ISTA)**

El análisis de semillas es una práctica común para valorar la calidad y el vigor de las semillas antes de la siembra. A partir de este análisis se pueden obtener datos importantes sobre la salud y la germinación de las semillas. Las pruebas de semillas son realizadas por laboratorios especializados, y los detalles y las pruebas exactas de las pruebas específicas pueden variar según los requisitos y estándares regionales o la variedad de semillas que se están analizando (ISTA, 2016).

### **2.5.2. Pureza**

La pureza de la semilla se evalúa para determinar la presencia de otras semillas, material inerte y materia extraña. Esto ayuda a garantizar que las semillas estén limpias y libres de contaminantes (ISTA, 2016).

### **2.5.3. Contenido de humedad**

La humedad es un factor importante que afecta la durabilidad y el almacenamiento de las semillas. Mide el contenido de humedad de las semillas para determinar si están en el rango óptimo para el almacenamiento y para evitar que se echen a perder (ISTA, 2016).

### **2.5.4. Peso de la semilla**

Se mide el peso de un cierto número de semillas para obtener información sobre su tamaño y peso promedio. Es perfecto para hacer recomendaciones de plantas y determinar la calidad física de las semillas (ISTA, 2016).

### **2.5.5. Morfometría de la semilla**

La morfometría de semillas se refiere al estudio y análisis de las características físicas y dimensionales de las semillas. Estos datos brindan información detallada sobre la forma, el tamaño y la estructura de las semillas que se pueden usar para identificar especies, evaluar la calidad de las semillas y comprender su adaptación y distribución (Gunn, 1984). Algunas medidas comunes y rasgos morfológicos que se pueden analizar en las semillas son:

- **Tamaño:** medida linealmente desde la parte superior de la semilla hacia abajo. Se puede expresar en milímetros o centímetros (ISTA, 2005).
- **Forma:** Se refiere a la descripción de la forma general de la semilla, que puede ser redonda, ovalada, oblonga, etc. Se puede usar un índice de forma para determinar y comparar la forma de la semilla entre diferentes especies (Gunn, 1984).
- **Textura:** Se puede evaluar la textura y las características de la superficie de la semilla, como la presencia de surcos, crestas, nudos o pelos (Gunn, 1984).
- **Color:** el color de la semilla puede variar y puede ser una característica útil para la identificación de especies (Gunn, 1984).

### **2.5.6. Viabilidad**

Se refiere a la capacidad que tiene la semilla para germinar y generar plántulas normales. Se lleva a cabo un análisis de germinación con el fin de calcular el porcentaje de semillas viables y con la capacidad para desarrollarse en plantas saludables (ISTA, 2016).

## **2.6. Germinación**

La germinación es el proceso por el cual una semilla se convierte en una plántula o embrión vegetal. Durante la germinación, la semilla se activa y comienza a crecer, formando raíces primarias, brotes y hojas (De la Cuadra, 1992). El proceso de innovación incluye varias etapas y factores que influyen en su éxito. Estos son algunos aspectos clave relacionados con la germinación de semillas:

### **2.6.1. Condiciones Ambientales**

Las semillas necesitan condiciones ambientales adecuadas para germinar. Estos factores incluyen la temperatura, la humedad, la luz y la disponibilidad de oxígeno. Cada especie de planta tiene requisitos específicos para estos factores ambientales (Villamil & Garcia, 1998).

### **2.6.2. Temperatura**

La temperatura óptima para la germinación varía según la especie de planta. Algunas semillas germinan mejor en temperaturas más frías, mientras que otras requieren temperaturas más cálidas. La mayoría de las plantas anuales germinan en el rango de temperatura de 15°C a 30°C (Villamil & Garcia, 1998).

### **2.6.3. Humedad**

La humedad es esencial para la germinación de semillas ya que ayuda a activar los procesos metabólicos necesarios para el crecimiento. Pero demasiada humedad puede hacer que las semillas se echen a perder o propaguen hongos y enfermedades (Villamil & Garcia, 1998).

### **2.6.4. Luz**

Algunas semillas germinan mejor en presencia de luz, mientras que otras necesitan oscuridad. Las semillas que requieren luz para germinar generalmente se siembran en la

superficie del sustrato, mientras que las semillas que prefieren la oscuridad se entierran más profundamente (Villamil & Garcia, 1998).

### **2.6.5. Disponibilidad de oxígeno**

Las semillas necesitan oxígeno para la respiración y los procesos metabólicos durante la germinación. Una cantidad suficiente de oxígeno en el sustrato es fundamental para el desarrollo de las plántulas (Villamil & Garcia, 1998).

### **2.6.6. Calidad de la semilla**

La calidad de la semilla es un factor importante para una germinación exitosa. Las semillas deben estar maduras, sanas y vigorosas para poder germinar correctamente (Villamil & Garcia, 1998).

## **2.7. Latencia**

Se define como la deficiencia que tiene una semilla viable para germinar, a pesar de que se encuentre en condiciones óptimas de humedad y temperatura; siendo esto un problema para la producción de plántulas. Esta se origina durante la formación de la semilla, en donde su principal función es bloquear la germinación mientras se encuentra en la planta madre, aparte de asegurar la supervivencia de la especie en ambientes poco favorables. (Varela & Arana, 2011)

### **2.7.1. Período de latencia**

Algunas semillas tienen una capa exterior dura o una estructura interna que les impide germinar inmediatamente después de madurar. Este estado se llama quiescencia y se puede superar mediante tratamientos especiales como la exposición a capas (exposición a temperaturas frías), inmersión en agua tibia o productos químicos (Villamil & Garcia, 1998).

### **2.7.2. Latencia exógena o por la cubierta**

Los embriones de las semillas que presentan este tipo de latencia se caracterizan por tener una cubierta seminal u otros tejidos de tipo duros, al igual que pueden presentar inhibidores químicos que no permiten la germinación (Taiz & Zeiger, 2006). En este tipo de latencia se puede encontrar:

- **Latencia física.** Se caracteriza por tener una cubierta seminal resistente e impermeable, en donde puede preservar el embrión con un contenido de humedad ideal por varios años.
- **Latencia mecánica.** La cubierta seminal es demasiado dura, provocando que el embrión no pueda emerger durante la germinación.
- **Latencia química.** Se describe como la acumulación de sustancias químicas que inhiben la germinación (Varela & Arana, 2011).

### **2.7.3. Latencia endógena o morfológica**

La principal característica de estas semillas es que el embrión es incapaz de germinar a pesar de tener condiciones ambientales favorables (Taiz & Zeiger, 2006).

## **2.8. Tratamientos pre germinativos**

Son conocidos como aquellos tratamientos utilizados con el fin de romper la latencia que poseen las semillas, estos procedimientos varían dependiendo del tipo de latencia, entre los más comunes se encuentran:

### **2.8.1. Estratificación**

Este método se utiliza con el fin de quebrar la latencia fisiológica, el cual consiste en ubicar las semillas en capas húmedas como lo es en arena, ya sea a temperaturas bajas de 4 a 10°C o temperaturas altas de 22 a 30°C (Varela & Arana, 2011).

### **2.8.2. Escarificación**

Es aquel procedimiento que se realiza con el fin de romper, alterar o ablandar la testa o cubierta seminal, esto con el fin de que sea permeable sin alterar al embrión (Varela & Arana, 2011). Este tratamiento pre germinativo puede ser tanto mecánico como químico.

La escarificación mecánica consiste en ablandar u romper la testa a través de lijas, martillos o pinzas. Mientras que la escarificación química radica en sumergir las semillas durante cierto período de tiempo (15 minutos a 2 horas dependiendo de la especie) en compuestos químicos (Varela & Arana, 2011).

### **2.8.3. Lixiviación**

El procedimiento consiste en colocar a las semillas en agua caliente o a temperatura ambiente, esto con el fin de remover a las sustancias químicas que inhiben la germinación, además de debilitar la testa. El tiempo de remojo de las semillas puede ir de 24, 48 o 72 horas según sea la composición de la cubierta seminal (Varela & Arana, 2011)

### **2.8.4. Hormonas o estimuladores químicos**

Consiste en la aplicación de compuestos que ayudan a que la semilla germine con mayor facilidad, como son: citoquininas, etileno, ácido giberélico, entre otros. Las concentraciones y el tiempo de inmersión de la semilla dependerá de la especie a tratar (Varela & Arana, 2011).

## **2.9. Estudios similares**

Un estudio similar es de (Simpson, Wang, & Daigle, 2004), quienes en conjunto con el centro nacional de semillas de árboles han estado recolectando, almacenando y analizando semillas por más de 35 años. Durante este tiempo, han acumulado una gran base de datos, que han usado para evaluar el potencial de 15 especies para el almacenamiento de semillas a largo plazo a  $-20^{\circ}\text{C}$ . El contenido de humedad de la semilla y la temperatura de almacenamiento son las dos variables más importantes que surgen de la longevidad de la semilla. Los datos mostraron que las semillas se almacenaron bien cuando el contenido de humedad estaba por debajo del 9%.

Así también de (Carvalho, Silva, & Davide, 2006), quienes realizaron el trabajo de clasificar las semillas de árboles forestales según su comportamiento en almacenamiento y probar la relación entre la taxonomía propuesta y los grupos ecológicos de estas especies. En este estudio se evaluaron 39 especies de los remanentes de bosque ribereño superior y central del Río Bravo. El vigor de la semilla y el contenido de humedad se obtendrá a partir de semillas lavadas; las semillas se almacenan en envases impermeables a  $5^{\circ}\text{C}$  y  $-18^{\circ}\text{C}$  durante 90 días. El análisis estadístico se realizó comparando la superposición de los intervalos de confianza de los porcentajes medios de germinación para cada especie. dependiendo del rendimiento de almacenamiento de las semillas.

Otro estudio similar es de (Anandalakshmi, y otros, 2005), quienes realizaron estudios de almacenamiento para extender la viabilidad de las semillas de *Syzigium*

*cuminii*. El contenido inicial de agua de la semilla fue del 44,2 % del peso fresco y la germinación inicial fue del 89 %. Nuestro objetivo es determinar el contenido de humedad de almacenamiento, la temperatura y el tipo de contenedores óptimos para las semillas. Las semillas se secan al 35%, 30%, 25%, 20% y 10% de humedad y se almacenan en frascos de plástico a una temperatura ambiente (28-30 °C), 20, 15 y 10 °C. La germinación de las semillas se probó después del almacenamiento durante 30, 75, 120, 165, 180 y 270 días. Los estudios han encontrado que las semillas son resistentes a la desecación hasta un 10% de humedad. Una temperatura de almacenamiento adecuada es entre 15 y 20 °C. El almacenamiento de semillas a 20°C con 10% de humedad resistente la viabilidad hasta 180 días con 92,5% de germinación.

(Palomeque, Patiño Uyaguari, Marín, Palacios, & Stimm, 2020), quienes evalúan el efecto de las condiciones de almacenamiento en las semillas, el vigor y la tasa de germinación de tres especies de árboles nativos (*Cedrela Montana*, *Weinmannia fagaroides* y *Oreocallis grandiflora*). Bajo condiciones controladas, las semillas fueron expuestas a tres niveles de contenido de humedad y temperatura de almacenamiento (5 °C, 10 °C y temperatura ambiente alrededor de 19 °C) durante 3, 6 y 12 meses. Los resultados determinaron que las semillas de *C. montana* y *W.* tuvieron mayor germinación, vigor y germinación después del almacenamiento de semillas a 5°C y 10°C durante 3-6 meses. *fagaroides* en comparación con los almacenadores a temperatura ambiente. Es importante destacar que el estudio demuestra la necesidad de probar empíricamente las respuestas de almacenamiento de semillas (temperatura y duración).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del lugar

##### 3.1.1. Política

- La recolección de las semillas se realizó en cuatro sitios de la provincia de Imbabura. Ver figura 1.

- **Sitio I.**

Especie *Delostoma integrifolium* D.Don (Yaloman)

Comunidad Pucara

Parroquia Apuela

Cantón Cotacachi

Provincia de Imbabura

- **Sitio II.**

Especie *Saurauia tomentosa sprucei* (Moquillo)

Comunidad Santa Rosa

Parroquia Plaza Gutiérrez

Cantón Cotacachi

Provincia de Imbabura

- **Sitio III.**

Especies *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) Wilbur, 2001 (Laurel de cera); *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg. (Motilón)

Comunidad Catsoloma

Parroquia Caranqui

Cantón Ibarra

Provincia de Imbabura

- **Sitio IV.**

Especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze (Guarango)

Comunidad Pigunchuela

Parroquia Tumbabiro

Cantón Urcuqui

Provincia de Imbabura

- **Sitio V.**

Que es el lugar donde se desarrolló la fase de laboratorio es decir el almacenamiento y germinación:

Campus Yuyucocha

Parroquia San Francisco y Caranqui

Cantón Ibarra

Provincia de Imbabura

### 3.1.2. Geográfica

Las coordenadas de los cuatro sitios de investigación son:

Sitio I. Coordenadas 17 N 0778056 – 0039744, altitud 1900 msnm

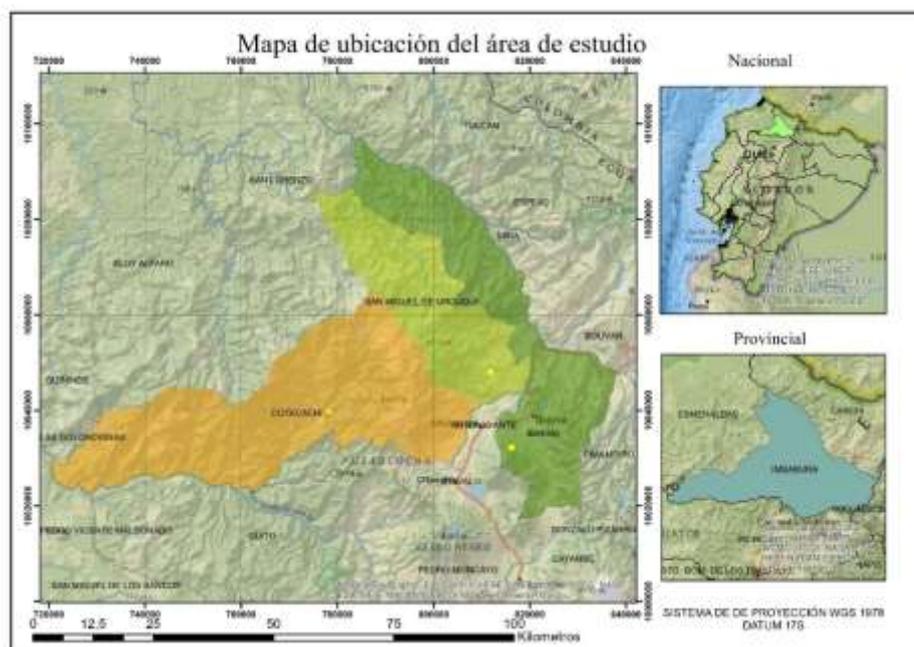
Sitio II. Coordenadas 17 N 07482480 – 0041443, altitud 2100 msnm

Sitio III. Coordenadas 17 N 08116145 – 0032331, altitud 2800 msnm

Sitio IV. Coordenadas 17 N 0811729 – 0048199, altitud 2200 msnm

### Figura 1

*Mapa de ubicación.*



### 3.1.3. Límites

- **Sitio I.** Limita al norte con la comunidad de Puranquí, al sur con la cabecera parroquial de Apuela, al este con el río Toabunchi, al oeste con el río Apuela (PDOT, 2019).

- **Sitio II.** Al norte limita con el páramo de Piñan, al sur con la cabecera parroquial de Plaza Gutiérrez, al este con la comunidad de La Delicia, al oeste con el río Toabunchi (PDOT, 2017).
- **Sitio III.** Se encuentra en las faldas del cerro Imbabura limita al norte con la ciudad de Ibarra, al sur con el cerro Imbabura, al este con la parroquia de Caranqui, al oeste con la parroquia de San Antonio (PDYOT, 2020).
- **Sitio IV.** Al norte limita con la cabecera parroquial de Tumbabiro, al sur con la comunidad de Chalguayacu, al este con la parroquia de Salinas, al oeste con la comunidad de Chachimbiro (GAD, 2020).
- **Sitio V.** El área limita al norte con viviendas en la calle Armando Hidrobo, al este con la Av. Cap. José Espinoza de los Monteros y la calle Hno. Miguel, al sur con un predio agrícola y la calle Flores Rúales y al oeste con una quebrada seca (Guevara & Pozo, 2019).

## 3.2. Caracterización edafoclimática del lugar

### 3.2.1. Suelos

En los cuatro sitios de estudio los suelos pertenecen al orden de los inceptisoles, que son suelos de las regiones subhúmedas y húmedas. Muestran horizontes alterados que han sufrido pérdida de bases, hierro y aluminio, pero conservan considerables reservas de minerales meteorizables. Este tipo de suelo está presente en los cantones de: Urcuquí, Cotacachi, Ibarra (PDOT, 2019).

### 3.2.2. Clima

- **Sitio I.** La parroquia presenta diversos climas que van desde la parte baja con un clima tropical mega térmico húmedo, seguido en la parte central de la parroquia con un clima ecuatorial mesotérmico semi húmedo y finalmente en la parte alta con un clima ecuatorial de alta montaña (PDOT, 2017).
- **Sitio II.** Su clima en general es templado frío húmedo. Temperatura promedio entre los 12 °C. y 15 °C (PDOT, 2019).
- **Sitio III.** Su clima es templado con unas temperaturas que oscilan entre los 12° y los 32° Celsius. Además, es templado seco-mediterráneo (PDYOT, 2020).

- **Sitio IV.** Con un clima subtropical templado – seco y una temperatura promedio de 17 grados (GAD, 2020).
- **Sitio V.** Tiene una temperatura media de 18,4°C (Cué García, Chagna, Palacios, & Carrión, 2020).

### 3.3. Materiales, equipos y software

La tabla 1 detalla los equipos y materiales empleados en la investigación.

**Tabla 1**

*Materiales, equipos y software a emplear en la investigación.*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Materiales de laboratorio</b>	<b>Equipos</b>	<b>Software</b>
Podadora de altura	Cajas Petri	Balanza analítica	Infostat
Tijera podadora	Pinzas	Autoclave	Excel
Fundas	Lupa	Estufa de laboratorio	Word
Cuaderno de notas	Alcohol	Forcípula	
Cámara fotográfica (Teléfono)	Envases de vidrio		
	Fundas herméticas		

### 3.4. Métodos, técnicas e instrumentos

#### 3.4.1. Diseño experimental

El diseño irrestricto al azar (DIA) tiene como ventaja la facilidad de procesar, analizar y calcular, debido a que extrae del error experimental la variación debida únicamente a tratamientos. Además, permite trabajar con un número alto de tratamientos y repeticiones, permitiendo que los grados de libertad del error experimental sean altos, garantizando así la precisión del experimento (Aguirre & Vizcaíno, 2009).

En la presente investigación se empleó un diseño irrestricto al azar, tal como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Descripción del diseño empleado por especie.*

<b>Número de tratamientos</b>	5
<b>Repeticiones</b>	4

<b>Unidades experimentales</b>	20
<b>Número de individuos</b>	50
<b>Número total de semillas</b>	1000
<b>Temperatura de almacenamiento</b>	6 a 8°C
<b>Tiempo de almacenamiento</b>	1 mes
<b>Tiempo de evaluación de germinación</b>	45 días

### 3.4.2. Tratamientos

Se seleccionaron cinco especies nativas de la provincia de Imbabura. En donde se evaluó cinco tratamientos con cuatro repeticiones, obteniendo veinte unidades experimentales, en cada unidad se utilizaron 50 semillas (individuos), en el que al total se hizo uso de 1000 semillas por cada especie seleccionada. (Ver tabla 3).

**Tabla 3**

*Descripción de tratamientos empleados por especie.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Especie</b>	<b>Factor</b>	<b>Código</b>
<b>Tratamiento 1</b>	Especie	A1: Frasco oscuro	T1E1A1
<b>Tratamiento 2</b>	Especie	A2: Frasco traslúcido	T2E1A2
<b>Tratamiento 3</b>	Especie	A3: Funda oscura	T3E1A3
<b>Tratamiento 4</b>	Especie	A4: Funda traslúcida	T4E1A4
<b>Tratamiento 5</b>	Especie	A5: Ambiente	T5E1A5

### 3.4.3. Análisis estadístico

Se determinó los supuestos paramétricos de la normalidad y homogeneidad de los datos arrojados en el poder y vigor germinativo. En el caso de que se llegue a cumplir los supuestos establecidos se procederá a realizar el análisis de varianza (ADEVA) conjunto con la prueba de Tukey, estas pruebas se utilizaron para las variables cuantitativas y para las variables cualitativas se realizará una prueba de Kruskal Wallis (Puente Calapaqui, 2022).

### 3.4.4. Instalación del experimento

#### 3.4.4.1. Fase de campo

##### a. Recolección de frutos

- La recolección de los frutos se la realizó en la parte baja de la copa del árbol de los 10 individuos seleccionados, en donde se utilizó una podadora aérea para extraer los frutos (MAATE, 2010).
- Se verificó mediante seguimientos previos a los frutos, observación ocular directa y condición física de la semilla en la bibliografía, donde se esperaba forma, peso y tamaño (Rodríguez, 2021).
- Se utilizó fundas de yute (costales) para el transporte de los frutos.

##### b. Extracción de la semilla

- Los frutos pasaron por un secado bajo sombra de alrededor de 15 días antes de extraer las semillas.
- Para el secado de la semilla se colocaron en dos entornos diferentes: uno controlado y otro natural, con condiciones que oscilan entre 5 y 20°C y la humedad relativa puede variar entre un 10 a 25%, dependiendo de la especie.
- Las semillas se almacenaron en fundas y/o frascos de vidrio herméticas, que fueron los tratamientos utilizados.

#### 3.4.4.2. Fase de laboratorio

##### a. Almacenamiento

Según (FAO, 2014) menciona que las normas ISTA establecen los siguientes procedimientos para su almacenamiento:

- Las semillas se colocaron en diferentes recipientes en función de los tratamientos establecidos.
- Para el almacenamiento en refrigeración la temperatura fue de 6 a 8°C y una humedad relativamente 15 a +-3%.
- El tiempo de almacenamiento tuvo una duración aproximadamente de un mes, mientras que la evaluación de la germinación fue de cuarenta y cinco días aproximadamente.

### 3.4.4.3. Calidad de las semillas

#### a. Pureza

Se procedió a pesar en la balanza electrónica un envase de plástico con las semillas tal cual cómo se las recolectó, es decir con material inerte como estructuras pequeñas, hojas, polvo. Y posteriormente se separó las semillas con mejor estado físico. Se hizo uso de la siguiente fórmula:

Ecuación 1:

$$P = \frac{Psi}{Pci} \times 100$$

Donde:

P = Pureza (%)

Psi = Peso de semilla sin impurezas (g)

Pci = Peso de semillas con impurezas (g)

#### b. Contenido de humedad

(ASABE, 2006) en la norma 352,2 nos menciona que se procede a pesar antes y después colocar a las semillas en la estufa a 103 grados centígrados durante 17 horas, utilizando la siguiente fórmula:

Ecuación 2:

$$H_f = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

Donde:

$H_f$  = Humedad final (%)

$W_i$  = Peso inicial

$W_f$  = Peso final

#### c. Peso de la semilla

El peso se determinó con el peso de 1000 semillas, utilizando la siguiente fórmula para este ensayo, donde se sacó la media y se multiplica por diez:

Ecuación 3:

$$\text{peso de 1000 semillas} = \bar{x} \times 10 = Xg$$

#### 3.4.4.4. Morfometría de la semilla

##### a. Tamaño

Se guió por la metodología que establece (Gunn, 1984) en donde menciona que se escoge 15 semillas al azar, midiendo con ayuda del papel milimétrico el ancho por largo en milímetros.

Ecuación 4:

$$T = l \times a$$

Donde:

L = largo de la semilla

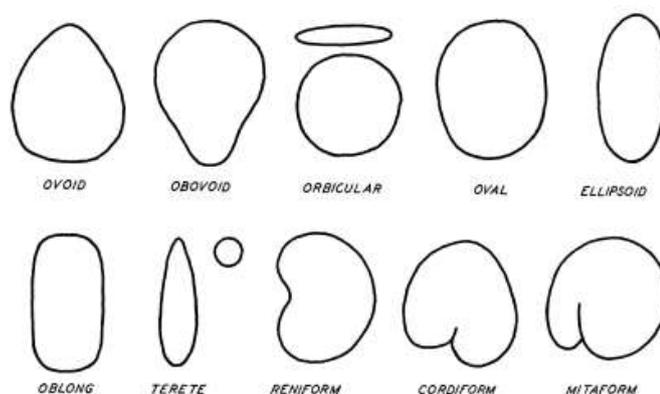
A = ancho de la semilla

##### b. Forma

Según (Murley, 1951) se puede encontrar: sin forma (amorfas), en forma de rombo, redondas, planas, oblongas, ovadas.

#### Figura 2

Forma de la semilla (Murley, 1951).



##### b. Color

El color de la semilla se pudo contrastar mediante la utilización de la tabla de Munsell.

### c. **Textura**

Según (Bravato, 1974) las formas de las semillas pueden ser: línea de fractura, con porosidades, lisa, rugosa.

#### **3.4.4.5. Germinación de semillas**

La germinación se llevó a cabo en cajas Petri, en donde se evaluó cada día durante cuarenta y cinco días. Para lo cual se evaluaron las siguientes variables:

##### a. **Poder germinativo**

Se procedió a sembrar las semillas en cajas Petri que contengan agua destilada y papel absorbente. Se colocó en un refrigerador a seis grados centígrados, con una supervisión diaria, mientras la toma de datos se rigió por las normas ISTA (ISTA, 2016).

Ecuación 4:

$$Pg = \frac{Tsg}{Tsc} \times 100$$

Donde:

Pg = Poder germinativo (%)

Tsg = Total de semillas germinadas

Tsc = Total de semillas colocadas

##### b. **Vigor germinativo**

(Bonner, 1990) menciona que el vigor germinativo es el tiempo que alcanza la tasa diaria máxima de germinación, donde se tomó en cuenta cuando la radícula llegue a medir cinco mm.

Ecuación 5:

$$VG = VM \times GDM \text{ (ISTA, 2016).}$$

Donde:

VM = Valor máximo de germinación

GDM = Germinación media diaria

##### c. **Energía germinativa**

Es la velocidad con la que una semilla germina, en donde se basa en que las semillas que germinan más rápido son capaces de ser plántulas más vigorosas que las que germinan tarde, siendo estas más débiles (Aldhous, 1972).

Ecuación 6:

$$EG = \left( \frac{\sum Ni}{N} \right) \times 100$$

Dónde:

Ni = Número de semillas germinadas

N = Total de semillas a germinar

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

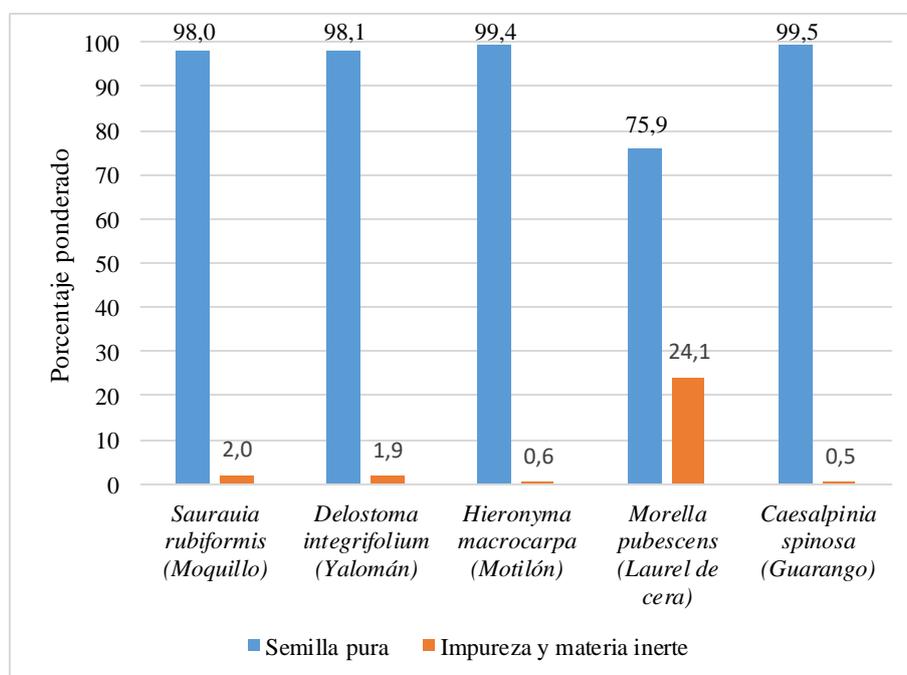
#### 4.1. Análisis de semillas

##### 4.1.1. Pureza

Los resultados obtenidos de la pureza fueron: *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg con un 99,4%, *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze el 99,5%. *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) el 75,9%, *Delostoma integrifolium* D.Don fue 98,1% y *Saurauia rubiformis sprucei* fue del 98% de pureza. Figura 3.

**Figura 3**

*Pureza de las semillas de las especies seleccionadas*



(Erazo García , 2022) en su investigación en *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg, obtuvo un 96% de pureza, siendo un resultado similar al de la presente investigación. Los resultados tienen un alto grado de similitud debido a que a las semillas se les hizo el mismo manejo pos cosecha, donde la extracción de la pulpa, lavado, secado y almacenado determinó el éxito del alto grado de pureza.

(Sanchez Romero, 2023) obtuvo el 91,7% de pureza, así como también (Mamani L, 2020) quien obtuvo el 99,42%; siendo resultados similares a los obtenidos en la presente investigación que fue del 99,5% en la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze. Las similitudes de los resultados de las investigaciones se dan por la misma

manera de extracción de las impurezas de las semillas, en donde se separó los restos de las vainas de manera manual, al igual que haciendo uso de un colador.

(Lara Lara, 2021) en su investigación con la especie *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) obtuvo una pureza del 70%; siendo relativamente similar con los resultados obtenidos en la investigación que fue del 75,9%. Los resultados se asemejan debido a que las semillas fueron recolectadas directamente desde el árbol y no del suelo, evitando impurezas externas, además del tratamiento posterior en donde se sacó la cubierta de cera que protege a la semilla, separando las impurezas de manera manual y a través de un colador.

(Perugachi Bustos, 2022) en la investigación realizada con la especie *Tabebuia chrysantha* obtuvo el 42,22% de pureza, siendo diferente al 98,1 de pureza obtenida en *Delostoma integrifolium* D.Don de la presente investigación. Esta diferencia se debe a que la vaina donde se encuentran las semillas tiene una forma diferente, en donde existe una gran cantidad de impureza, siendo así difícil discernir o separar estas de la semilla pura.

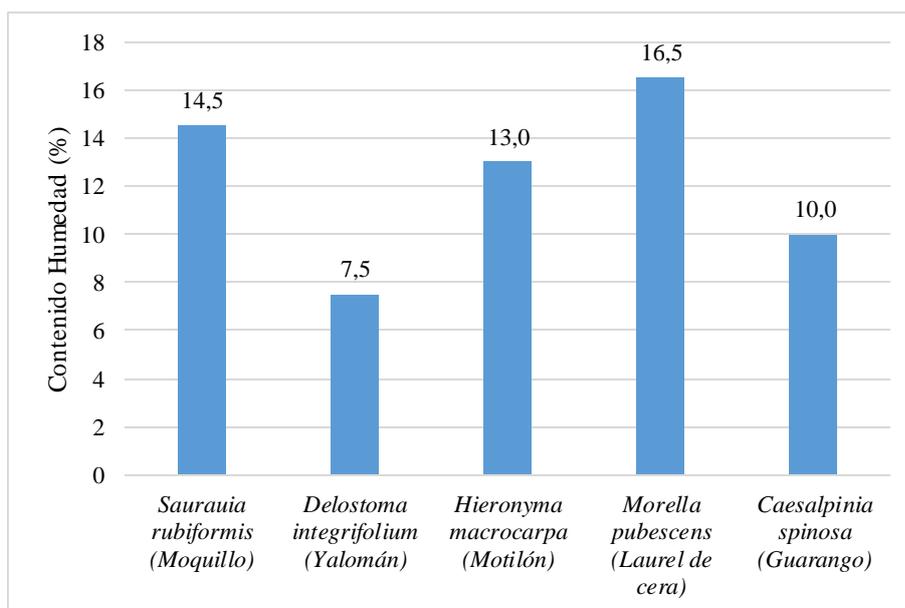
La pureza obtenida de la especie *Saurauia rubiformis sprucei* dio una totalidad del 98%. Su alto índice de porcentaje de pureza se debe al proceso minucioso de extracción de la semilla del fruto. En donde a través de un colador se separó el “moco” de la semilla, evitando que las semillas se caigan hacia otros lugares.

#### **4.1.2. Contenido de humedad**

El contenido de humedad de las especies en estudio fue: *Hyeronima macrocarpa* Müll.Arg con el 13%, en *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze con el 10%, en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) el resultado fue del 16,5%, en *Delostoma integrifolium* D.Don fue de 7,5%, de la especie *Saurauia rubiformis sprucei* fue del 14,5%. Figura 4.

#### **Figura 4**

*Contenido de humedad de las semillas de las especies seleccionadas*



(Erazo García , 2022) en su investigación de *Hieronima macrocarpa* Müll.Arg obtiene un 16,14% de contenido de humedad, el cual es similar a la presente investigación el cual fue del 13,0% debido a que los lugares donde se recolectaron las semillas presentan un rango igual de clima de 12°C; mientras se discrepa con el resultado de (Quito & Yunga, 2019) que fue del 53,06%, debido a que las investigadores realizaron este análisis sin el endocarpio es decir sin la cubierta protectora.

Los resultados de contenido de humedad de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze obtenidos en la presente investigación, presentaron una cierta similitud con los datos obtenidos por (Sanchez Romero, 2023) que fue del 7,53%, esta afinidad se da debido a las condiciones climáticas donde fueron recolectada. Y se discrepa con el resultado de (Mamani L, 2020) que fue del 4%, debido a la diferencia de condición climática del lugar, además que el secado de semillas lo hizo a 70°C, diferente a la presente investigación que fue a 103°C.

Los datos obtenidos en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) de la presente investigación varía con los resultados obtenidos por (Lara Lara, 2021) en donde en su investigación obtuvo un 22,1% de contenido de humedad. Esto se debe a la diferencia de la altura del sitio en el que fue recolectada, además de las condiciones climáticas que varían.

(Perugachi Bustos, 2022) en su investigación del contenido de humedad de la especie *Tabebuia chrysantha*. fue del 14,03%, discrepando con los resultados de la presente investigación debido a que presenta diferente a la del *Delostoma integrifolium*

D.Don. Los resultados difieren debido a la diferencia que hay entre los lugares de recolección de la semilla, donde las condiciones edafoclimáticas son un factor importante al afectar el contenido de humedad.

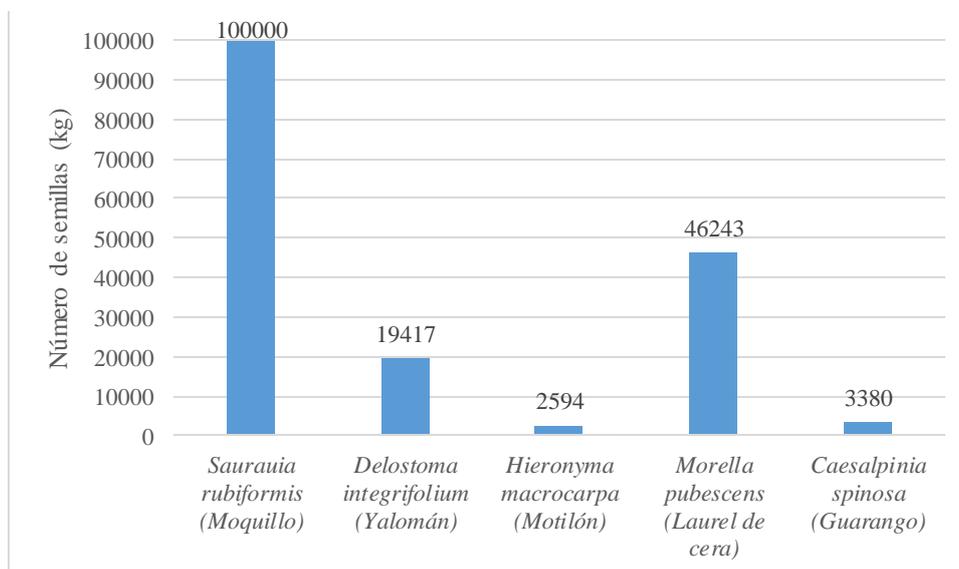
En la especie *Saurauia rubiformis sprucei* el contenido de humedad fue del 14,5%, el cual es alto debido a su gran capacidad de captar agua debido a sus raíces y hojas que son de superficie rugosa, además de que es una especie que se ubica en localidades donde llueve constantemente.

#### 4.1.3. Peso por kilogramo

El número de semillas por kilogramo en las especies estudiadas fue: *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg contiene 2 594 semillas, en *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze 3 380 semillas, en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) 46 243 semillas, *Delostoma integrifolium* D.Don fue de 19 417 semillas y en la especie *Saurauia rubiformis sprucei* fue de 100 000 semillas, como se observa en la figura 5.

**Figura 5**

*Número de semillas por kg de las especies estudiadas*



Los resultados obtenidos en la presente investigación de *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg contrastó con los resultados obtenidos por (Erazo García, 2022), que el promedio fue de 2383,08. Estas se deben a que los lugares donde fueron recolectadas las semillas presentaron similitudes en factores edafoclimáticos, las cuales influyen significativamente en el peso.

El número de semillas por kilogramo obtenidas de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze fueron similares al número de semillas obtenidas por (Sanchez Romero, 2023) donde en un kg obtuvo 3 534 semillas; (Mosquera Quijano & Muñoz Hoyos, 2000) en su investigación de la especie *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) obtuvo 32 019 semillas por kilogramo, siendo diferente al resultado que se obtuvo en la presente investigación.

(Perugachi Bustos, 2022) en su investigación obtuvo un número de 7 894 semillas por kg en la especie *Tabebuia chrysantha*, difiriendo con los resultados obtenidos con la especie *Delostoma integrifolium* D.Don en la actual investigación, esto debido a que al tratarse de un género diferente influye significativamente en el peso de la semilla, al igual que los lugares procedentes de recolección de la semilla presenta diferencias significativas. En la especie *Saurauia rubiformis sprucei* se encontró 100 000 semillas por kilogramo, el número alto de semillas se debe al tamaño diminuto de estas.

Donde las condiciones edafoclimáticas, altitud y disponibilidad de agua influyen significativamente en el peso de las semillas, ratificando lo que nos menciona (Berneo, 2016), donde el peso depende de las condiciones del lugar de donde se recolectan las semillas.

## 4.2. Descripción morfométrica de semilla en estudio.

### 4.2.1. Tamaño

En la tabla 4 se observa el tamaño de las diferentes especies de estudio; donde la especie *Delostoma integrifolium* D.Don fue la de mayor tamaño (688,21 mm), mientras que *Saurauia rubiformis sprucei* es la de menor tamaño (0,57 mm).

**Tabla 4**

*Tamaño de las semillas de las especies seleccionadas*

Especies	Largo (mm)	Ancho (mm)	Tamaño (mm)
<i>Saurauia rubiformis sprucei</i> (Moquillo)	1,05	0,54	0,57
<i>Delostoma integrifolium</i> D.Don (Yalomán)	42,27	16,28	688,21
<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg (Motilón)	12,98	8,14	105,66
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.) (Laurel de cera)	3,93	2,85	11,20
<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze (Guarango)	9,97	7,73	77,08

Los datos obtenidos en la presente investigación de la especie *Saurauia rubiformis sprucei* contrastan con los resultados obtenidos por (Muñoz Ortega, 2011) en su investigación de la especie *Saurauia bullosa*, donde el diámetro promedio fue de 1,3-1,5 mm de largo y de 1-1,2 mm de ancho.

(Chicaiza Machay, 2018) en su investigación con la especie *Tabebuia chrysantha* obtuvo un promedio de 24.075 mm de largo y de 8.015 mm de ancho, discrepando de los resultados obtenidos en la presente investigación, esto debido al lugar de donde se recolectó las semillas, ya que las temperatura y humedad relativa influyen significativamente en el tamaño de las semillas.

En *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg los resultados obtenidos son similares a los obtenidos por (Chicaiza Machay, 2018), en donde menciona que el diámetro promedio es de 19.63 mm de largo y 11.26 mm de ancho de la especie en *Hieronyma alchornoides* perteneciente al mismo género que la especie *Hieronima*.

(Gómez, 2010) en una investigación realizada con *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) obtuvo resultados de un diámetro promedio de 3,1 mm de largo y de 2,2 mm de ancho. Siendo similar a los resultados obtenidos en la presente investigación. Esto debido a la similitud de las características edafoclimáticas de los lugares de donde fueron recolectados los frutos.

En la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze los resultados son similares a los obtenidos por (Basurto, 2006), donde presenta un diámetro promedio de 10 mm de largo y 7 mm de ancho. Esto se debe a las similitudes ambientales que presentan las procedencias de las semillas.

Los tamaños de las semillas en algunos casos varían dependiendo de las procedencias de donde fueron recolectadas, además del cierto porcentaje de humedad que se encuentra adherida a la semilla, por lo cual presentan variación o no el tamaño al momento de ser comparadas con otros autores.

#### **4.2.2. Forma**

Las formas de las semillas de las diferentes especies estudiadas según la clasificación de Murley son las siguientes: *Saurauia rubiformis sprucei* presenta la forma de D-shaped o irregular aplanada. *Delostoma integrifolium* D.Don, sus semillas tienen forma harp-shaped o también conocida como plana, mientras en *Hieronyma macrocarpa*

Müll.Arg, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) y *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze tiene la forma Elíptico-oval o también forma redonda. En la tabla 5 se presentan las diferentes formas encontradas de cada especie estudiada.

**Tabla 5**

*Forma de las semillas de las especies seleccionadas*

<b>Especies</b>	<b>Forma</b>	<b>Fotografía</b>
<i>Saurauia rubiformis</i> sprucei (Moquillo)	D-shaped	
<i>Delostoma integrifolium</i> D.Don (Yalomán)	Harp-shaped	
<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg (Motilón)	Elíptico-oval	
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.) (Laurel de cera)	Elíptico-oval	
<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze (Guarango)	Elíptica/oval	

(Muñoz Ortega, 2011) en su investigación de la especie *Saurauia bullosa* presentó resultados donde menciona que la semilla tiene una forma irregular aplanada, similar a lo mencionado en la tabla 5.

Los resultados obtenidos en la presente investigación de la forma de la semilla de la especie *Delostoma integrifolium* D.Don son similares a lo que menciona (Chicaiza Machay, 2018) en su investigación con *Tabebuia chrysantha*. Donde indica que tiene una forma alada o harp – shaped.

Los resultados de la forma de las semillas de *Hyeronima macrocarpa* Müll.Arg, fueron similares a los obtenidos por (Chicaiza Machay, 2018), mencionando en su investigación que presentan una forma redonda de la especie *Hyeronima alchornoides*.

(Gómez Restrepo, Toro Murillo, & Cardona, 2013) en los resultados de su investigación en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.), contrastan con las obtenidas en la presente investigación, en la cual indican que la semilla tiene una forma redonda.

(Villena, Seminario, & Valderrama, 2019), en su investigación obtuvo resultados similares a la presente investigación de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze, donde menciona que las semillas tienen formas Obovada globosa, Obovada aplanada.

La forma de las semillas se debe a diferentes razones, tal es el caso como es la eficacia al momento de dispersarse, resistencia a romperse, hasta la preferencia de los animales dispersores de semillas. (Millar & Nathan, 2001), menciona que la forma ovalada de las semillas se debe a una adaptación u evolución de los árboles a la dispersión por el viento, siendo igualmente protegidas de manera más eficiente a los diferentes daños mecánicos. Mientras que la forma redonda en las semillas se debe a una adaptación, ya que son propensas a ser dispersas por el agua, además de que son más resistentes (Stout & Johnson, 1995). Las semillas de forma irregular aplanada son de esta forma debido a que se es más fácil adherirse a superficies, al igual de que son más propensas a ser transportadas por los animales (Venable & Brown, 1988).

#### **4.2.3. Color**

El color de las semillas se determinó a través del uso de la tabla de Munsell en donde los resultados de las especies seleccionadas fueron los siguientes: *Saurauia rubiformis sprucei* y *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) tuvieron un código 5YR-4/6 siendo una tonalidad café oscuro. En *Delostoma integrifolium* D.Don se obtuvo un código

de color 10YR-6/6, es decir una tonalidad café. En *Hieronima macrocarpa* Müll.Arg su código fue 2.5GY-9/6 es decir un color verde amarillento. Y en *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze el código de color fue 5YR-3/4, es decir, una tonalidad marrón.

Los colores de las semillas de las diferentes especies seleccionadas se muestran en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Color de las semillas de las especies estudiadas*

<b>Especies</b>	<b>Color</b>	<b>Código</b>	<b>Fotografía</b>
<i>Saurauia rubiformis sprucei</i> (Moquillo)	Café oscuro	5YR-4/6	
<i>Delostoma integrifolium</i> D.Don (Yalomán)	Café	10YR-6/6	
<i>Hieronima macrocarpa</i> Müll.Arg (Motilón)	Verde amarillento	2.5GY-9/6	
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.) (Laurel de cera)	Marrón	5YR-4/6	

<p><i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze (Guarango)</p>	<p>Café negruzco</p>	<p>5YR- 3/4</p>	
---	--------------------------	---------------------	--

(Muñoz Ortega, 2011) en su investigación con *Saurauia bullosa* obtuvo un resultado que las semillas son de color café oscuro, similar a las obtenidas en la investigación presente con las semillas de la especie *Saurauia rubiformis sprucei*.

Los resultados en color de la semilla obtenidos por (Chicaiza Machay, 2018) con la especie *Tabebuia chrysantha* fue de color café, similar a lo conseguido en la actual investigación con las semillas de la especie *Delostoma integrifolium* D.Don.

El color de las semillas de *Hyeronima macrocarpa* Müll.Arg obtenidas fueron diferentes a los resultados de (Chicaiza Machay, 2018), donde mencionan en su investigación que *Hyeronima alchornoides* presentó un color café. Esto se puede deber a los distintos lugares de procedencia.

Los resultados obtenidos en la presente investigación de las semillas de *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) contrastó con lo expuesto por (Gómez Restrepo, Toro Murillo, & Cardona, 2013) el cual menciona que el color de la semilla es marrón.

En las semillas de *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze se tuvo los mismos resultados obtenidos por (Villena, Seminario, & Valderrama, 2019) donde menciona en su investigación que fue de un color marrón.

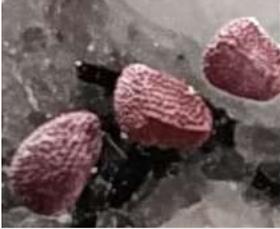
Los colores en las semillas se deben a varios factores evolutivos, ya sea para protección, como también para llamar la atención de animales que ayudan a su dispersión, a la vez que muestran la madurez fisiológica de la semilla. El color marrón en semillas según (Pugnaire & Valladares, 1996), se debe a una mayor resistencia a la radiación ultravioleta que otros colores. Mientras que las semillas de color verde amarillento presenta cierta cantidad de clorofila, siendo más eficientes en la fotosíntesis en comparación con otros colores.

#### 4.2.4. Textura

Las texturas de las semillas de las diferentes especies seleccionadas se muestran en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Textura de las semillas de las especies estudiadas*

Especies	Textura	Fotografía
<i>Saurauia rubiformis sprucei</i> (Moquillo)	Líneas de fractura	
<i>Delostoma integrifolium</i> D.Don (Yalomán)	Lisa	
<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg (Motilón)	Líneas de fractura	
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.) (Laurel de cera)	Lisa	
<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina.) Kuntze (Guarango)	Lisa	

Las semillas de *Saurauia rubiformis sprucei* y *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg presentó una textura de líneas de fractura; *Delostoma integrifolium* D.Don, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) y *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze se obtuvieron texturas lisas.

Las diferentes texturas que presentan las semillas se deben a que pueden ser más fáciles de dispersar, al igual que les ayuda a protegerse contra los patógenos. Las semillas con líneas de fractura además de las características ya mencionadas tienen la facilitar la germinación, ya que estas líneas presentan ciertos puntos de debilidad, permitiendo que la plántula germine más fácilmente. Mientras que las semillas de textura lisa ayudan a evitar enredos y facilitar su movimiento al momento de dispersarse (Venable & Brown, 1988).

### 4.3. Almacenamiento de semilla de *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze

#### 4.3.1. Poder germinativo

En la tabla número 5 se puede observar el poder germinativo de los diferentes tratamientos establecidos en la investigación, siendo el T3 (Funda oscura) que obtuvo el 3,5 de germinación a los 45 días. Con 41 semillas germinadas de 200 semillas sembradas. Mientras que el tratamiento 4 (Funda traslucida) presentan resultados de 0% de germinación.

**Tabla 8**

*Evaluación del poder germinativo por cada tratamiento y repetición.*

Tratamiento y repetición	% Poder Germinativo
<b>T1R1</b>	0,50
<b>T1R2</b>	1,00
<b>T1R3</b>	0,00
<b>T1R4</b>	2,00
<b>T2R1</b>	2,00
<b>T2R2</b>	2,50
<b>T2R3</b>	0,50
<b>T2R4</b>	1,00
<b>T3R1</b>	0,50
<b>T3R2</b>	3,50
<b>T3R3</b>	0,00
<b>T3R4</b>	3,50
<b>T4R1</b>	0,00

<b>T4R2</b>	0,00
<b>T4R3</b>	0,00
<b>T4R4</b>	0,50
<b>T5R1</b>	2,00
<b>T5R2</b>	0,00
<b>T5R3</b>	0,50
<b>T5R4</b>	0,50

#### a. Prueba paramétrica de normalidad

Elaborado el supuesto de normalidad, se obtuvo como resultado de la prueba de Shapiro Wilks como se observa en la tabla 9, que los datos a los 45 días cumplen con una distribución normal, en el cual se obtuvo un p valor mayor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo se distribuyen de manera normal.

**Tabla 9**

*Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del poder germinativo de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze.*

#### Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Poder germinativo	20	0	0,97	0,95	0,5495

#### b. Prueba paramétrica de homogeneidad

Elaborado el supuesto de homogeneidad, se obtuvo como resultado de la prueba de Levene como se observa en la tabla 10, que los datos a los 45 días no cumplen con una distribución homogénea, en el cual se obtuvo un p valor menor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo no son homogéneos.

**Tabla 10**

*Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene del poder germinativo de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze*

#### Levene

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	4,45	4	1,11	9,62	0,0005
Error	1,73	15	0,12		
Total	6,18	19			

### c. ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Una vez realizados los supuestos se observa que la prueba de homogeneidad no se cumple, se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis como se observa en la tabla 11; se evidenció que a los 45 días el p-valor alcanzado es mayor del 0,05 de probabilidad estadística, razón por la cual se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

**Tabla 11**

*Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del poder germinativo de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze*

#### Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Poder germinativo	T1	4	0,88	0,85	0,75	5,87	0,1831
Poder germinativo	T2	4	1,5	0,91	1,5		
Poder germinativo	T3	4	1,88	1,89	2		
Poder germinativo	T4	4	0,13	0,25	0		
Poder germinativo	T5	4	0,75	0,87	0,5		

### d. Prueba de significancias

La prueba de Tukey como se observa en la tabla 12, nos muestra que a los 45 días de la germinación no hay diferencias significativas, estadísticamente todos los tratamientos son iguales.

**Tabla 12**

*Evaluación de la prueba de medias del poder germinativo para determinar la significancia de los tratamientos.*

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,30722

Error: 1,0479 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	0,13	4	0,51	A
T5	0,75	4	0,51	A
T1	0,88	4	0,51	A
T2	1,5	4	0,51	A
T3	1,88	4	0,51	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) no paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar los efectos de los diferentes tratamientos en el poder germinativo. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey, es importante destacar que esta falta de significancia puede deberse a la limitada cantidad de muestras o a la sensibilidad de la prueba utilizada.

#### 4.3.2. Vigor germinativo

En la tabla número 13 se puede observar el porcentaje de germinación de los diferentes tratamientos establecidos en la investigación, siendo el T3 (Funda oscura) que obtuvo el 0,17 de germinación a los 45 días. Con 41 semillas germinadas de 200 semillas sembradas. Mientras que el tratamiento 4 (Funda translúcida) presentan resultados de 0% de germinación.

**Tabla 13**

*Evaluación del vigor germinativo por cada tratamiento y repetición.*

Tratamiento y repetición	% Vigor Germinativo
<b>T1R1</b>	0,03
<b>T1R2</b>	0,03
<b>T1R3</b>	0,00
<b>T1R4</b>	0,04
<b>T2R1</b>	0,04
<b>T2R2</b>	0,10
<b>T2R3</b>	0,03
<b>T2R4</b>	0,02
<b>T3R1</b>	0,03
<b>T3R2</b>	0,17
<b>T3R3</b>	0,00
<b>T3R4</b>	0,09
<b>T4R1</b>	0,00
<b>T4R2</b>	0,00
<b>T4R3</b>	0,00
<b>T4R4</b>	0,04
<b>T5R1</b>	0,08
<b>T5R2</b>	0,00
<b>T5R3</b>	0,03
<b>T5R4</b>	0,03

### a. Prueba paramétrica de normalidad

Elaborado el supuesto de normalidad, se obtuvo como resultado de la prueba de Shapiro Wilks como se observa en la tabla 14, los datos a los 45 días cumplen con una distribución normal, en el cual se obtuvo un p valor mayor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo se distribuyen de manera normal.

**Tabla 14**

*Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del vigor germinativo de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze.*

#### Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Vigor germinativo	20	0	0,04	0,97	0,8387

### b. Prueba paramétrica de homogeneidad

Elaborado el supuesto de homogeneidad, el resultado de la prueba de Levene se presenta en la figura 15, los datos a los 45 días no cumplen con una distribución homogénea, en el cual se obtuvo un p valor menor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo no son homogéneos.

**Tabla 15**

*Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene del vigor germinativo de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	0,01	4	1,30E-03	2,96	0,045
Error	0,01	15	4,40E-04		
Total	0,01	19			

### c. ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Una vez realizados los supuestos se observa que la prueba de homogeneidad no se cumple, se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis como se observa en la figura 16; se evidenció que a los 45 días el p-valor alcanzado es mayor del 0,05 de probabilidad estadística, razón por la cual se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

**Tabla 16** Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del vigor germinativo de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze

**Prueba de Kruskal Wallis**

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Vigor germinativo	T1	4	0,03	0,02	0,03	3,35	0,4707
Vigor germinativo	T2	4	0,05	0,04	0,04		
Vigor germinativo	T3	4	0,07	0,08	0,06		
Vigor germinativo	T4	4	0,01	0,02	0		
Vigor germinativo	T5	4	0,04	0,03	0,03		

**d. Prueba de significancias**

La prueba de Tukey como se observa en la figura 17, nos muestra que a los 45 días de la germinación no hay diferencias significativas, estadísticamente todos los tratamientos son iguales.

**Tabla 17** Evaluación de la prueba de medias del vigor germinativo para determinar la significancia de los tratamientos.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09236

Error: 0,0017 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	0,01	4	0,02	A
T1	0,03	4	0,02	A
T5	0,04	4	0,02	A
T2	0,05	4	0,02	A
T3	0,07	4	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

La validez de los supuestos estadísticos fue sometida a pruebas rigurosas, incluyendo la normalidad y la homogeneidad de los datos. Aunque los resultados indicaron que los datos cumplían con el supuesto de normalidad según la prueba de Shapiro-Wilks, la prueba de homogeneidad de Levene señaló lo contrario. Esta discrepancia subraya la importancia de llevar a cabo múltiples pruebas para garantizar la confiabilidad de los resultados estadísticos.

Asimismo, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) no paramétrico de Kruskal-Wallis para evaluar la significancia de los diferentes tratamientos en el vigor

germinativo. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey, es importante considerar que esta falta de significancia puede deberse a la sensibilidad de las pruebas utilizadas o a la cantidad limitada de muestras.

#### 4.3.4. Energía germinativa

En la tabla número 18 se puede observar el porcentaje de germinación de los diferentes tratamientos establecidos en la investigación, siendo el T3 (Funda oscura) que obtuvo el 12,07% de germinación a los 45 días, con 41 semillas germinadas de 200 semillas sembradas. Mientras que el tratamiento 4 (Funda traslucida) presentan resultados de 0% de germinación.

**Tabla 18**

*Evaluación de la energía germinativa por tratamiento y repetición.*

<b>Tratamiento y repetición</b>	<b>% Energía Germinativa</b>
<b>T1R1</b>	1,72
<b>T1R2</b>	3,45
<b>T1R3</b>	0,00
<b>T1R4</b>	6,90
<b>T2R1</b>	6,90
<b>T2R2</b>	8,62
<b>T2R3</b>	1,72
<b>T2R4</b>	3,45
<b>T3R1</b>	1,72
<b>T3R2</b>	12,07
<b>T3R3</b>	0,00
<b>T3R4</b>	12,07
<b>T4R1</b>	0,00
<b>T4R2</b>	0,00
<b>T4R3</b>	0,00
<b>T4R4</b>	1,72
<b>T5R1</b>	6,90
<b>T5R2</b>	0,00
<b>T5R3</b>	1,72
<b>T5R4</b>	1,72

### a. Normalidad

Elaborado el supuesto de normalidad, se obtuvo como resultado de la prueba de Shapiro Wilks como se observa en la tabla 19, los datos a los 45 días cumplen con una distribución normal, en el cual se obtuvo un p valor mayor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo se distribuyen de manera normal.

**Tabla 19**

*Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks de la energía germinativa de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze.*

#### Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Energía germinativa	20	0	3,34	0,94	0,5463

### b. Homogeneidad

Elaborado el supuesto de homogeneidad, se obtuvo como resultado de la prueba de Levene como se observa en la tabla 20, los datos a los 45 días no cumplen con una distribución homogénea, en el cual se obtuvo un p valor menor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo no son homogéneos.

**Tabla 20**

*Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene de la energía germinativa de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze.*

#### Levene

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	52,96	4	13,24	9,63	0,0005
Error	20,62	15	1,37		
Total	73,58	19			

### c. ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Una vez realizados los supuestos se observa que la prueba de homogeneidad no se cumple, se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis como se observa en la figura 21; se evidenció que a los 45 días el p-valor alcanzado es mayor del 0,05 de probabilidad estadística, razón por la cual se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

**Tabla 21**

*Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis de la energía germinativa de la especie *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze*

**Prueba de Kruskal Wallis**

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Energía germinativa	T1	4	3,02	2,95	2,59	5,87	0,1831
Energía germinativa	T2	4	5,17	3,15	5,18		
Energía germinativa	T3	4	6,47	6,51	6,9		
Energía germinativa	T4	4	0,43	0,86	0		
Energía germinativa	T5	4	2,59	2,99	1,72		

**d. Prueba de significancias**

La prueba de Tukey como se observa en la figura 22, nos muestra que a los 45 días de la germinación no hay diferencias significativas, estadísticamente todos los tratamientos son iguales.

**Tabla 22**

*Evaluación de la prueba de medias de la energía germinativa para determinar la significancia de los tratamientos.*

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,95909

Error: 12,4702 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	0,43	4	1,77	A
T5	2,59	4	1,77	A
T1	3,02	4	1,77	A
T2	5,17	4	1,77	A
T3	6,47	4	1,77	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Los resultados revelan que los tratamientos aplicados ejercen una influencia notable en la energía germinativa de las semillas de *Caesalpinia spinosa* (Molina.) Kuntze. Por ejemplo, al observar el tratamiento T3 (Funda oscura), se registró una energía germinativa del 12.07%, mientras que en el caso del tratamiento T4 (Funda traslúcida) no se observa ninguna germinación. Esto sugiere que la exposición a factores ambientales, como la luz, puede tener un impacto directo en la energía disponible para el proceso de germinación de las semillas.

Para evaluar con mayor precisión los efectos de los diferentes tratamientos en la energía germinativa, se llevó a cabo un análisis de varianza no paramétrico utilizando la prueba de Kruskal-Wallis. A pesar de no encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey, es importante destacar que esta falta de significancia podría atribuirse a la sensibilidad de las pruebas empleadas o a la limitada cantidad de muestras utilizadas en el estudio.

#### 4.4. Germinación de *Delostoma integrifolium* D.Don

Se establecieron dos pruebas de supuestos que fueron normalidad y homogeneidad.

##### 4.4.1. Poder germinativo

En la tabla número 23 se puede observar el porcentaje de germinación de los diferentes tratamientos establecidos en la investigación, siendo el T3 (Funda oscura) que obtuvo el 6,5% de germinación a los 45 días, con 51 semillas germinadas de 200 semillas sembradas. Mientras que el tratamiento 1 (Frasco oscuro) presentan resultados de 0% de germinación.

**Tabla 23**

*Evaluación del poder germinativo por tratamiento y repetición.*

Tratamiento y repetición	% Poder Germinativo
<b>T1R1</b>	0,00
<b>T1R2</b>	0,00
<b>T1R3</b>	0,00
<b>T1R4</b>	0,50
<b>T2R1</b>	3,00
<b>T2R2</b>	0,00
<b>T2R3</b>	3,00
<b>T2R4</b>	0,00
<b>T3R1</b>	0,00
<b>T3R2</b>	1,00
<b>T3R3</b>	2,50
<b>T3R4</b>	6,50
<b>T4R1</b>	4,50
<b>T4R2</b>	0,00
<b>T4R3</b>	0,00
<b>T4R4</b>	1,50
<b>T5R1</b>	2,50

<b>T5R2</b>	0,00
<b>T5R3</b>	0,00
<b>T5R4</b>	0,50

### a. Normalidad

Elaborado el supuesto de normalidad, se obtuvo como resultado de la prueba de Shapiro Wilks como se observa la tabla 24, los datos a los 45 días cumplen con una distribución normal, en el cual se obtuvo un p valor mayor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo se distribuyen de manera normal.

**Tabla 24**

*Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del poder germinativo de la especie *Delostoma integrifolium* D.Don*

<b>Shapiro-Wilks</b>					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Poder germinativo	20	0	1,65	0,91	0,1725

### b. Homogeneidad

Elaborado el supuesto de homogeneidad, se obtuvo como resultado de la prueba de Levene como se observa en la tabla 25, los datos a los 45 días no cumplen con una distribución homogénea, en el cual se obtuvo un p valor menor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo no son homogéneos.

**Tabla 25**

*Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene del poder germinativo de la especie *Delostoma integrifolium* D.Don.*

<b>Levene</b>						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Tratamiento		7,8	4	1,95	2,05	0,01379
Error		14,23	15	0,95		
Total		22,03	19			

### c. ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Una vez realizados los supuestos se observa que la prueba de homogeneidad no se cumple, se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis

como se observa en la tabla 26; se evidenció que a los 45 días el p-valor alcanzado es mayor del 0,05 de probabilidad estadística, razón por la cual se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

**Tabla 26**

*Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del poder germinativo de la especie *Delostoma integrifolium* D.Don.*

**Prueba de Kruskal Wallis**

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Poder germinativo	T1	4	0,13	0,25	0	2,69	0,5455
Poder germinativo	T2	4	1,5	1,73	1,5		
Poder germinativo	T3	4	2,5	2,86	1,75		
Poder germinativo	T4	4	1,5	2,12	0,75		
Poder germinativo	T5	4	0,75	1,19	0,25		

**d. Prueba de significancias**

La prueba de Tukey como se observa en la tabla 27, nos muestra que a los 45 días de la germinación no hay diferencias significativas, estadísticamente todos los tratamientos son iguales, esto es debido a la poca germinación obtenida.

**Tabla 27**

*Evaluación de la prueba de medias del poder germinativo para determinar la significancia de los tratamientos.*

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,19140

Error: 3,4583 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	2,5	4	0,93	A
T2	1,5	4	0,93	A
T4	1,5	4	0,93	A
T5	0,75	4	0,93	A
T1	0,13	4	0,93	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Los análisis estadísticos realizados para validar los resultados revelan algunos aspectos importantes. Aunque se encontró que los datos cumplían con el supuesto de normalidad según la prueba de Shapiro-Wilks, la prueba de homogeneidad de Levene indicó lo contrario. Esto resalta la necesidad de aplicar múltiples pruebas estadísticas para

garantizar la confiabilidad de los resultados y reconocer posibles limitaciones en la homogeneidad de los datos.

Además, el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis no mostró diferencias significativas entre los tratamientos en términos de energía germinativa. Sin embargo, se enfatiza que esta falta de significancia puede deberse a la sensibilidad de las pruebas utilizadas o a la cantidad limitada de muestras analizadas. Por lo tanto, se subraya la importancia de interpretar estos resultados con precaución y reconocer la posibilidad de que haya otros factores que no se hayan considerado en el estudio que podrían influir en la energía germinativa de las semillas.

#### 4.4.2. Vigor germinativo

En la tabla número 28 se puede observar el porcentaje de germinación de los diferentes tratamientos establecidos en la investigación, siendo el T4 (Funda traslucida) que obtuvo el 4,5 de germinación a los 45 días. Con 51 semillas germinadas de 200 semillas sembradas. Mientras que el tratamiento 1 (frasco oscuro) presentan resultados de 0% de germinación.

**Tabla 28**

*Evaluación del vigor germinativo por cada tratamiento y repetición.*

Tratamiento y repetición	% Vigor Germinativo
<b>T1R1</b>	0,00
<b>T1R2</b>	0,00
<b>T1R3</b>	0,00
<b>T1R4</b>	0,01
<b>T2R1</b>	0,06
<b>T2R2</b>	0,00
<b>T2R3</b>	0,15
<b>T2R4</b>	0,00
<b>T3R1</b>	0,00
<b>T3R2</b>	0,05
<b>T3R3</b>	0,17
<b>T3R4</b>	0,18
<b>T4R1</b>	4,50
<b>T4R2</b>	0,00
<b>T4R3</b>	0,00
<b>T4R4</b>	0,13
<b>T5R1</b>	0,10

<b>T5R2</b>	0,00
<b>T5R3</b>	0,00
<b>T5R4</b>	0,03

#### a. Normalidad

Elaborado el supuesto de normalidad, se obtuvo como resultado de la prueba de Shapiro Wilks como se observa en la tabla 29, que los datos a los 45 días no cumplen con una distribución normal, en el cual se obtuvo un p valor menor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo no se distribuyen de manera normal.

**Tabla 29**

*Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del vigor germinativo de la especie *Delostoma integrifolium* D.Don*

#### Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Vigor germinativo	20	0	0,89	0,61	<0,0001

#### b. Homogeneidad

Elaborado el supuesto de homogeneidad, se obtuvo como resultado de la prueba de Levene como se observa en la tabla 30, que los datos a los 45 días no cumplen con una distribución homogénea, en el cual se obtuvo un p valor menor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo no son homogéneos.

**Tabla 30**

*Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene del vigor germinativo de la especie *Delostoma integrifolium* D.Don*

#### Levene

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	8,51	4	2,13	8,53	0,0009
Error	3,74	15	0,25		
Total	12,26	19			

#### c. ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Una vez realizados los supuestos se observa que las pruebas de normalidad y homogeneidad no se cumple, se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis como se observa en la tabla 31; se evidenció que a los 45 días el p-

valor alcanzado es mayor del 0,05 de probabilidad estadística, razón por la cual se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

**Tabla 31**

*Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del vigor germinativo de la especie *Delostoma integrifolium* D.Don*

<b>Prueba de Kruskal Wallis</b>							
Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Vigor germinativo	T1	4	2,50E-03	0,01	0	3,1	0,4726
Vigor germinativo	T2	4	0,05	0,07	0,03		
Vigor germinativo	T3	4	0,1	0,09	0,11		
Vigor germinativo	T4	4	1,16	2,23	0,07		
Vigor germinativo	T5	4	0,03	0,05	0,02		

#### **d. Prueba de significancias**

La prueba de Tukey como se muestra en la tabla 32, nos muestra que a los 45 días de la germinación no hay diferencias significativas, estadísticamente todos los tratamientos son iguales, esto es debido a la poca germinación obtenida.

**Tabla 32**

*Evaluación de la prueba de medias del vigor germinativo para determinar la significancia de los tratamientos.*

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,25497

Error: 1,0010 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	1,16	4	0,5	A
T3	0,1	4	0,5	A
T2	0,05	4	0,5	A
T5	0,03	4	0,5	A
T1	2,50E-03	4	0,5	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Los análisis estadísticos realizados para validar los resultados proporcionan información adicional sobre la confiabilidad de los datos. Aunque la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks indicó que los datos no cumplían con una distribución normal, y la prueba de homogeneidad de Levene señaló que los datos no eran homogéneos, se utilizó un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis para evaluar la significancia de los tratamientos. A pesar de la falta de cumplimiento de los

supuestos de normalidad y homogeneidad, el análisis de Kruskal-Wallis no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que la variabilidad observada en los resultados puede no ser estadísticamente significativa.

Finalmente, la prueba de Tukey reveló que no había diferencias significativas entre los tratamientos en términos de vigor germinativo, lo que puede atribuirse a la baja tasa de germinación en general. Esto subraya la importancia de tener en cuenta la viabilidad de las muestras y la capacidad de los tratamientos para estimular la germinación de las semillas.

#### 4.4.3. Energía germinativa

En la tabla número 33 se puede observar el porcentaje de germinación de los diferentes tratamientos establecidos en la investigación, siendo el T3 (Funda oscura) que obtuvo el 22,41% de germinación a los 45 días con 51 semillas germinadas de 200 semillas sembradas. Mientras que el tratamiento 1 (frasco oscuro) presentan resultados de 0% de germinación.

**Tabla 33**

*Evaluación de la energía germinativa por tratamiento y repetición.*

Tratamiento y repetición	% Energía Germinativa
<b>T1R1</b>	0,00
<b>T1R2</b>	0,00
<b>T1R3</b>	0,00
<b>T1R4</b>	1,72
<b>T2R1</b>	10,34
<b>T2R2</b>	0,00
<b>T2R3</b>	10,34
<b>T2R4</b>	0,00
<b>T3R1</b>	0,00
<b>T3R2</b>	3,45
<b>T3R3</b>	8,62
<b>T3R4</b>	22,41
<b>T4R1</b>	15,52
<b>T4R2</b>	0,00
<b>T4R3</b>	0,00
<b>T4R4</b>	5,17
<b>T5R1</b>	8,62
<b>T5R2</b>	0,00

<b>T5R3</b>	0,00
<b>T5R4</b>	1,72

### a. Normalidad

Elaborado el supuesto de normalidad, se obtuvo como resultado de la prueba de Shapiro Wilks como se observa en la tabla 34, los datos a los 45 días cumplen con una distribución normal, en el cual se obtuvo un p valor mayor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo se distribuyen de manera normal.

**Tabla 34**

*Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks de la energía germinativa de la especie *Delostoma integrifolium* D.Don*

<b>Shapiro-Wilks</b>					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Energía germinativa	20	0	5,67	0,91	0,1724

### b. Homogeneidad

Elaborado el supuesto de homogeneidad, se obtuvo como resultado de la prueba de Levene como se observa en la tabla 35, los datos a los 45 días no cumplen con una distribución homogénea, en el cual se obtuvo un p valor menor a 0,05 por tal motivo se determina que los residuos del modelo no son homogéneos.

**Tabla 35**

*Evaluación de la prueba de Homogeneidad de Levene de la energía germinativa de la especie *Delostoma integrifolium*.*

<b>Levene</b>					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	92,75	4	23,19	2,06	0,01379
Error	169,21	15	11,28		
Total	261,96	19			

### c. ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Una vez realizados los supuestos se observa que la prueba de homogeneidad no se cumple, se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis como se observa en la tabla 36; se evidenció que a los 45 días el p-valor alcanzado es

mayor del 0,05 de probabilidad estadística, razón por la cual se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

**Tabla 36**

*Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis de la energía germinativa de la especie *Delostoma integrifolium*.*

<b>Prueba de Kruskal Wallis</b>							
Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Energía germinativa	T1	4	0,43	0,86	0	2,69	0,5455
Energía germinativa	T2	4	5,17	5,97	5,17		
Energía germinativa	T3	4	8,62	9,85	6,04		
Energía germinativa	T4	4	5,17	7,32	2,59		
Energía germinativa	T5	4	2,59	4,1	0,86		

#### **d. Prueba de significancias**

La prueba de Tukey como se observa en la tabla 37, muestra que a los 45 días de la germinación no hay diferencias significativas, estadísticamente todos los tratamientos son iguales, esto es debido a la poca germinación obtenida.

**Tabla 37**

*Evaluación de la prueba de medias de la energía germinativa para determinar la significancia de los tratamientos.*

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=14,45158

Error: 41,1129 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T3	8,62	4	3,21	A
T4	5,17	4	3,21	A
T2	5,17	4	3,21	A
T5	2,59	4	3,21	A
T1	0,43	4	3,21	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

El análisis estadístico inicial reveló que los datos cumplían con el supuesto de normalidad, lo cual sugiere que los residuos del modelo se distribuyen de manera normal. Sin embargo, la prueba de homogeneidad de Levene indicó que los datos no eran homogéneos, lo que implica que la varianza entre los grupos no es constante. Esto sugiere que ciertos tratamientos podrían haber tenido efectos más significativos en la energía germinativa que otros.

A pesar de la falta de homogeneidad, el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis no reveló diferencias significativas entre los tratamientos. Esto podría deberse a la cantidad limitada de muestras o a la sensibilidad de la prueba utilizada. Además, la prueba de Tukey no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que, aunque hubo variabilidad en los resultados, estadísticamente todos los tratamientos podrían considerarse similares en términos de energía germinativa.

#### 4.5. Germinación de *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg; *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.); *Saurauia rubiformis* sprucei.

Los resultados obtenidos en la germinación de las especies *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg; *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.); *Saurauia rubiformis* sprucei, no permitieron analizar las variables del poder germinativo, vigor germinativo y energía germinativa, debido a que su proceso de germinación demanda mayor tiempo que el establecido en la presente investigación.

*Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg experimentó dificultades en su germinación, atribuibles a varias razones, la falta de aplicación de tratamientos pre germinativos; también se debe tener en cuenta la dureza de la cubierta de la semilla, lo que impidió la ruptura de la testa. De acuerdo con la investigación de (Ferney Leonel, Chavesorvegozo Ortiz, & Jarrin Jarrin, 2001), se observó que la germinación de esta especie comenzó después de 62 días, luego de aplicar un tratamiento de escarificación mecánica utilizando lijas de grano 80 durante 20 minutos. y de grano 150 durante 5 minutos, alcanzando su máximo periodo de germinación entre los días 70 y 75.

*Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.), se señalan diversos factores como el tiempo para su germinación aplicando de tratamientos pre germinativos de escarificación. Según la investigación de (Lara Lara, 2021), el periodo de germinación para esta especie se sitúa entre 23 y 27 días, mediante la aplicación de un tratamiento de escarificación con lija. Estos procedimientos contribuyen a ablandar, rasgar o abrir la cubierta seminal, facilitando su permeabilidad sin ocasionar daño al embrión ni al endospermo, lo que resulta en un aumento del porcentaje de germinación.

*Saurauia rubiformis* sprucei, está influenciada por múltiples factores como el tiempo requerido para la germinación, la aplicación de tratamientos pre germinativos y condiciones de laboratorio. De acuerdo con la investigación de (Aguirre & Andrade, 2019), la germinación de las semillas de moquillo es un proceso intrincado influenciado

por diversos factores, exhiben una germinación óptima a temperaturas cálidas, específicamente entre 20 y 30 °C. Temperaturas demasiado bajas pueden resultar en la no germinación o germinación incompleta. Dado que las semillas son recalcitrantes, se hace necesario someterlas a tratamientos pre germinativos como la escarificación y la estratificación. Asimismo, depende de una humedad relativa elevada, oscilando entre 80 y 90%, y requiere luz para su germinación. La falta de luz suficiente puede impedir la germinación o dar lugar a una germinación incompleta.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- La calidad de las semillas cumple con las normas establecidas para la recolección de frutos en condiciones óptimas que garantizan un manejo adecuado de las semillas y un proceso de germinación exitoso.
- Los cinco métodos de almacenamiento aplicados no influyeron de manera significativa en el poder germinativo, vigor germinativo y energía germinativa de las semillas a los 45 días. Dichas conclusiones proporcionan una base objetiva para la toma de decisiones y sugieren que, en este período de evaluación, los tratamientos no generarán impactos significativos en las variables de germinación estudiadas.

#### 5.2. RECOMENDACIONES

- Dada la falta de resultados deseados en las especies *Hieronyma macrocarpa* Müll.Arg. *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl.) y *Saurauia rubiformis* sprucei, se sugiere establecer un mayor tiempo de germinación.
- Se recomienda aplicar tratamientos pre germinativos y determinar las temperaturas de almacenamiento específicas para cada especie, considerando factores como la morfología de los frutos y la ubicación geográfica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, C., & Vizcaíno, M. (2009). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra: UTN.
- Aguirre, J., & Andrade, R. (2019). *Germinación de semillas de moquillo (Saurauia rubiformis) en condiciones controladas*. Revista Colombiana de Ciencias Forestales.
- Aldhous, J. (1972). *Nursery practice. Forestry Comm*. Londres: Bull.
- Alice Di Sacco, M., León Lobos, P., & Suarez Ballesteros, C. (2018). *Manual de recolección, procesamiento y almacenamiento de semillas de plantas silvestres*.
- Álvarez Cisneros, O., Pérez Reyes, C. M., & Bonilla Vichot, M. (2020). *Evaluación de la viabilidad en semillas de Pinus tropicales Morelet con diferente tiempo de almacenamiento*.
- Amaguaña Farinango, S. A. (2020). *POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS DE LAS ESPECIES Nectandra acutifolia (Ruiz & Pav.) Mez. Y Cedrela pubescens W. Palacios sp.nov.ined EN LAS RESERVAS DE MINDO CLOUDFOREST FOUNDATION*. Ibarra.
- Anandalakshmi, R., Sivakumar, V., Warriar, R., Parimalam, R., Vijayachandran, S., & Singh, B. (2005). *Seed storage studies in Syzigium cuminii*. Journal of Tropical Forest Science, 566-573.
- Añazco Romero. (2000). *Agroforestería*. Quito: CAMAREN.
- Añazco Romero, M. (2003). *El desarrollo forestal comunal y la conservación de los recursos genéticos paraestales: caso del Ecuador*. Quito: FAO.
- Añazco, M. (2000). *Selección de especies y manejo de semillas*. Quito: CAMAREN.
- Arteaga Rodríguez, B. (2015). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA FINCA PRODUCTORA DE GUARANGA (Caesalpinia spinosa) EN EL SECTOR SAN GUILLERMO, IMBABURA, ECUADOR 2014*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito.
- ASABE, A. (2006). *Standards Engineering practices data*. En A. S. ASABE, *Standards Engineering practices data*. Texas: ASABE.
- Barras Rodríguez, J. D. (2021). *Evaluación de los efectos producidos por los incendios forestales sobre la viabilidad y germinación del banco de semillas del bosque seco tropical*. Colombia.
- Barrientos, A. (2008). *Almacenamiento y algunos protocolos de rutina para la mantención de semillas*. Punta Arenas.
- Basurto, L. (2006). *Todo sobre la Tara*. ALNICOLSA PERU S.A.C.
- Bellard, C., Bertelsmeier, C., Leadley, P., Thuiller, W., & Courchamp, F. (2012). *Impactos del cambio climático en el futuro de la biodiversidad. Cartas de ecología*, 13.

- Berneó, L. (2016). *Relación del tamaño y peso de la semilla como factor clave para la germinación y desarrollo de plántulas*. Loja: Repositorio institucional de la UTPL.
- Bian, F., Su, J., Liu, W., & Li, S. (2018). *Dormancy release and germination of Taxus yunnanensis seeds during wet sand storage*. *Scientific reports*, 8(1), 3205.
- Bonner, F. T. (1990). *Storage of seeds: Potential and limitations for germplasm conservation*. Amsterdam: Forest Ecology and Management. Retrieved from [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(90\)90230-9](https://doi.org/10.1016/0378-1127(90)90230-9).
- Bravato, M. (1974). Estudio morfológico de frutos y semillas de las Mimosoideae (Leguminosae) de Venezuela. *Acta Botánica Venezolánica*, Vol. 9, No. 1/4, 317-361.
- Carvalho, L., Silva, E., & Davide, A. (2006). *Storage behaviour of forest seeds*. *Revista Brasileira de Sementes*, 28, 15-25.
- Ceballos F., A., & López Ríos, J. (2007). *Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento*. Chinchiná: Cenicafé.
- Chicaiza Machay, F. (2018). *ANÁLISIS DE CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE ESPECIES ARBÓREAS DE LOS BOSQUES SIEMPRE VERDE PIE MONTANO, MONTANO Y MONTANO BAJO DE LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Cid Ríos, J. Á., Reveles Hernández, M., & Velásquez Valle, R. (2017). *Selección y almacenamiento de semilla de frijol*.
- Cochrane, J. A., Crawford, A. D., & Monks, L. T. (2007). The significance of ex situ seed conservation to reintroduction of threatened plants. *Australian Journal of Botany*, 356 - 361. Retrieved from <https://doi.org/10.1071/BT06173>
- Cué García, J. L., Añazco, M. J., & Paredes, H. O. (2019). *Producción y conservación de semillas forestales: situación actual y perspectivas en Ecuador*. Ibarra: Revista Cubana de Ciencias Forestales.
- Cué García, J., Chagna, E., Palacios, W., & Carrión, M. (2020). Biodiversidad forestal en dos campus de la Universidad Técnica del Norte, Ecuador. *Revista de las Agrociencias*, 11-12.
- Cuellar Bautista, J. (2017). *Las Semillas Forestales en el Perú; Desafíos y Oportunidades*. Lima: PRINTED IN PERU.
- De la Cuadra, C. (1992). *Germinación, latencia y dormición de las semillas*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario.
- Doria, J. (2010). *GENERALIDADES SOBRE LAS SEMILLAS: SU PRODUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO*. La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

- Doria, J. (2010). *GENERALIDADES SOBRE LAS SEMILLAS: SU PRODUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO*. La Habana: SciELO.
- Erazo García, N. (2022). *Propagación sexual de Hieronyma macrocarpa Müll.Arg. en la parroquia de Huaca, provincia del Carchi*. Ibarra: UTN.
- Fabara Pazmiño, V. (2012). *Estudio de factibilidad para la producción de Guarango (Caesalpinia spinosa) en el cantón de Guano- Chimborazo- Ecuador*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- FAO. (2005). *Propuesta Nacional Agroforestal para Ecuador*. Quito: FAO-MAGRAE-RAFE.
- FAO. (2014). *Estado de los Recursos Genéticos Forestales en el Mundo*. FAO.
- FAO. (2014). *Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Roma: Edición revisada.
- Ferney Leonel, H., Chavesorvegozo Ortiz, E., & Jarrin Jarrin, V. (2001). *Evaluación de la germinación de las semillas de motilon dulce hieronyma macrocarpa mvell-arg, bajo tres métodos de escarificación y dos sustratos de suelo, en el corregimiento de Obonuco, municipio de Pasto*. Pasto: Revista de Ciencias Agrícolas.
- Ferrandis, P. (2019). La importancia de los bancos de semillas del suelo en los estudios ecológicos. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 8.
- Fournier, L., & Charpantier, C. (1978). El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. *Cespedesia*, 25-26.
- Fros Hernández, R., & Petruzzo Fabre, P. (2017). *EVALUACIÓN DE DIFERENTES TRATAMIENTOS PARA DETERMINAR LA GERMINACIÓN DE CUATRO ESPECIES FORESTALES NATIVAS*. Montevideo.
- GAD. (2020). *GENERALIDADES DE LA PARROQUIA DE TUMBABIRO*. Retrieved from <http://www.gadtumbabiro.gob.ec/generalidades-de-la-parroquia-de-tumbabiro/>
- GAD. (2023). *Parroquia Tumbabiro*. San Miguel de Urcuquí: GAD de San Miguel de Urcuquí.
- GAD, I. (2015). *PDOT de Imbabura*. Ibarra: Prefectura de Imbabura.
- García Guevara, L. A. (2018). *Efecto del tiempo y la temperatura en el almacenamiento de semillas de Huerteia glandulosa Ruiz & Pavón para conservar su viabilidad*.
- Gasparin, E., Faria, J., José, A., Tonetti, O., de Melo, R., & Hilhorst, H. (2020). *Viability of recalcitrant Araucaria angustifolia seeds in storage and in a soil seed bank*. *Journal of Forestry Research*, 31, 2413-2422.

- Gold, K., León, L. P., & Way, M. (2004). *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica*. La Serena: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Gómez Restrepo, M., Toro Murillo, J., & Cardona, E. (2013). *Propagación y conservación de especies arbóreas nativas*. Medellín.
- Gómez, M. (2010). *Fenología reproductiva de especies forestales nativas presentes en la jurisdicción de corantioquía*. Medellín.
- Gordon, A. (1992). *Seed storage. Seed Manual for Forest Trees*. London: HMSO, Forestry Commission.
- Grijalva, J. X., Checa Ramos, R., Barrera, P., & Limongi, R. (2012). *Situación de los Recursos Genéticos Forestales Informe País Ecuador*. Quito: INIAP.
- Grijalva, J., Checa, X., Ramos, R., Barrera, P., Vera, R., & Sigcha, F. (2015). *Estado de los Recursos Genéticos Forestales del Ecuador*. Quito: INIAP.
- Grijalva, J., Checa, X., Ramos, R., Barrera, P., Vera, R., & Sigcha, F. (2016). *Estado de los Recursos Genéticos Forestales del Ecuador*. Quito: INIAP.
- Guevara, K., & Pozo, A. (2019). *Interpretación Turística y Ambiental en los Senderos de la Granja Experimental Yuyucocha, Ibarra-Ecuador*. Ibarra: UTN.
- Gunn. (1984). *Fruits and seeds of genera in the subfamily Mimosoideae (Fabaceae)*. (No. 1488-2016-124312).
- Gunn, C. (1984). *Fruits and Seeds of Genera in the Subfamily Mimosoideae (Fabaceae)*. Washington DC: United States Department of Agriculture.
- Gunn, C. (1984). *Fruits and seeds of Genera in the Subfamily Mimosoideae (Fabaceae)*. *Agric. Res. Serv. Technical Bulletin. U.S.D.A.*, 194.
- Harrington, J. F. (1973). Packaging seed for storage and shipment. *Seed Sci. and Techn.*, 701-709.
- IBPGR. (1976). *Report of IBPGR Wkg. Group on engineering, design and cost aspects of long-term seed storage facilities*. Roma: International Board for Plant Genetic Resources.
- INABIO. (2017). *Agenda Nacional de Investigación sobre la Biodiversidad*. Quito: INABIO. Retrieved from [http://www.biodiversidad.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/02/ANIB\\_finallcompressed.pdf](http://www.biodiversidad.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/02/ANIB_finallcompressed.pdf)
- INEFAN. (1998). *Informe Interino a la secretaría del convenio de diversidad biológica, sobre la aplicación del artículo 6*. Quito: Dirección Nacional de Áreas Naturales y Vida Silvestre.
- ISTA. (2005). *International Rules for seed testing. Rules and annexes*. *Seed Science and Technology* 4: 3-177.

- ISTA. (2016). *International Rules for Seed Testing*. Zurich: ISTA, PO Box 412.  
Retrieved from <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19990307875>
- ISTA. (2016). *Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas 2016*. Bassersdorf, Suiza: Zürichstr. 50, CH-8303.
- Justice, O. L., & Bass, L. N. (1978). *Principles and practices of seed storage*. Washington D.C.: USDA.
- Lara Lara, J. (2021). *Determinación de tratamientos pregerminativos en semillas de morella pubescens (humb. & bonpl. ex willd.) wilbur y myrcianthes hallii (o. berg) mcvaugh, Ibarra, Ecuador*. Ibarra.
- Le Tam, V., Hong, T., Ellis, R., & Ngoc-Tam, B. (2004). *Seed storage of Avicennia alba Bl.* *Seed Science and Technology*, 32(2), 531-536.
- León Lobos, P., Way, M., Aranda, P. D., & Lima, M. (2012). The role of ex situ seed banks in the conservation of plant diversity and in ecological restoration in Latin America. *Plant Ecology & Diversity*, 245-258.  
doi:10.1080/17550874.2012.713402
- Loaiza, V. (1979). *Silvicultura I*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Lojan Idrobo, J. (1992). *El Verdor de los Andes*. Quito: FAO.
- MAATE. (2010). *Norma de semillas Forestales*. Quito: Ecuador Forestal.
- Machay, C. (2018). *ANÁLISIS DE CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE ESPECIES ARBÓREAS DE LOS BOSQUES SIEMPRE VERDE PIE MONTANO, MONTANO Y MONTANO BAJO DE LA ZONA NOROCCIDENTAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI*. Latacunga.
- MAE, (. & FAO. (2015). *Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador*. Quito: MAE.
- Mamani L, P. J. (2020). *Evaluación de la aplicación de dos tratamientos pregerminativos y tres componentes de sustratos en la germinación de semilla de tara (Caesalpinia spinosa) en el jardín botánico de Cota Cota*. La Paz: UMSA.
- Manjarrez Juárez, F., Díaz Huacuz, R., Carballo Carballo, A., Estrada Gómez, A., Vaquera Huerta, H., Acosta Gallegos, J., . . . Gámez Vázquez, A. (2017). Efecto del tiempo de almacenamiento sobre la calidad de semilla de canola. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 16.
- Martínez Ruiz, R., Rojo Martínez, G., Jasso Mata, J., & Vázquez Peñate, P. (2009). *MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES*. Mexico.
- Millar, C. I., & Nathan, R. (2001). Seed shape and wind dispersal in forest trees. *Plant Ecology*, 129-138.

- Minga, D., & Verdugo, A. (2016). *Árboles y arbustos de los ríos de Cuenca. Serie Textos Apoyo a la Docencia Universidad del Azuay*. Cuenca: Imprenta Don Bosco.
- Monks, L., & Coates, D. (2002). The translocation of two critically endangered Acacia species. *Conservation Science Western Australia*, 54-61.
- Mosquera Quijano, C., & Muñoz Hoyos, J. (2000). *DETERMINACIÓN DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LA SEMILLA DE LAUREL DE CERA (Myrica pubescens), OBTENIDA EN EL MUNICIPIO SAN JOSÉ DE ALBAN, DEPARTAMENTO DE NARIÑO*. Pasto: Universidad Nariño.
- Muñoz Chila, D. I. (2023). *GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO DE DOS ESPECIES NATIVAS EN CONDICIÓN DE VIVERO CON POTENCIALES DE RESTAURACIÓN EN LA PROVINCIA DE ESMERALDAS*. Esmeraldas .
- Muñoz Ortega, H. A. (2011). *FENOLOGÍA DEL MOCO (Saurauia bullosa) Y MOTILÓN (Freziera canescens), EN UN BOSQUE ALTO ANDINO, VEREDA EL COFRE, MUNICIPIO DE TOTORÓ DEPARTAMENTO DEL CAUCA*. Popayán.
- Murley, M. (1951). Seeds of the Cruciferae of Northeastern North America. *American Midland Naturalist*, 1-81.
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., & Tuetto, A. (2014). *RECOLECCIÓN DE SEMILLAS DE ESPECIES FORESTALES NATIVAS: EXPERIENCIA EN MOLINOPAMPA, AMAZONAS - PERÚ*. Chachapoyas: IIAP.
- Palomeque, X., Patiño Uyaguari, C., Marín, F., Palacios, M., & Stimm, B. (2020). *Effects of storage on seed germination and viability for three native tree species of Ecuador*. *Trees*, 34(6), 1487-1497.
- Patiño Uyaguari, C., Jiménez Sánchez, J., Marín Molina, F., & Palomeque Pesántez, X. (2019). Respuesta de semillas de tres especies nativas altoandinas a diferentes condiciones de almacenamiento. *Maskana*, 12.
- PDOT. (2017). *Plan de desarrollo de ordenación territorial*. Retrieved from <https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Parroquial/PDOT%20APUELA.pdf>
- PDOT. (2019). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*. Retrieved from [https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/PDOT%20IMBABURA%202015-2035\\_REFORMADO%202018.pdf](https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/PDOT%20IMBABURA%202015-2035_REFORMADO%202018.pdf)
- PDOT. (2019). *Propuesta de desarrollo y Modelo de gestión*. Retrieved from <https://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Parroquial/PDOT%20PLAZA%20GUTIE%CC%81RREZ.pdf>
- PDYOT. (2020). *ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE*. Retrieved from [https://www.ibarra.gob.ec/site/docs/estrategico/PDYOT\\_2020.pdf](https://www.ibarra.gob.ec/site/docs/estrategico/PDYOT_2020.pdf)

- Perugachi Bustos, K. (2022). *ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS DE Tabebuia chrysantha Jacq. (GUAYACÁN) EN LA PARROQUIA DAYUMA, DE LA PROVINCIA DE ORELLANA*. Riobamba: ESPOCH.
- Plaza, G., & Magnitskiy, S. (2007). *Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pourrut, P. (1995). “*El Agua en el Ecuador – Clima, precipitaciones, escorrentía*”. Ecuador: Colegio de Geógrafos del Ecuador y la ORSTOM.
- Puente Calapaqui, J. A. (2022). *EVALUACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTOS PRE GERMINATIVOS DE SEMILLAS DE *Alnus nepalensis* D. Don PROVENIENTES DE LA ZONA DE INTAG*. Ibarra.
- Pugnaire, F., & Valladares, F. (1996). Seed color in Mediterranean plants: a review. *Ecology*, 1365-1376.
- Quintana Zambrano, J. J. (2019). *Germinabilidad de Semillas de Siete Especies Forestales de Bosque Seco Tropical de la provincia de Manabí, Año 2019*. Quevedo.
- Quito, A., & Yunga, A. (2019). *Técnica de encapsulamiento de embriones en alginato de sodio para la germinación de: *Vasconcellea cundinamarzensis* y *Hyeronima macrocarpa*, provincia Azuay*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Rao, N., Hanson, J., Dulloo, M., Nowell, D., & Larinde, M. (2007). *Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma*. Roma: Bioversity International.
- Roberts, E. H. (1973). Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, 499-514.
- Rodríguez, J. D. (2021). *Evaluación de los efectos producidos por los incendios forestales sobre la viabilidad y germinación del banco de semillas del bosque seco tropical*. Magdalena: Universidad del Magdalena.
- Romero, J. M., & Pérez, C. (2016). Rasgos morfológicos de semillas y su implicación en la conservación ex situ de especies leñosas en los bosques secos. *Revista Ecosistemas*, 59-65.
- Sanchez Romero, A. J. (2023). *Evaluación de tratamientos pre germinativos usando diferentes sustratos sobre la germinación de tara (*Caesalpinia spinosa* (Mol.) Kuntz) bajo condiciones de campo y laboratorio*. Loja: UNL.
- Serrada, R. (2000). *APUNTES DE REPOBLACIONES FORESTALES*. Madrid: FUCOVASA.
- Simpson, J., Wang, B., & Daigle, B. (2004). Long-term seed storage of various Canadian hardwoods and conifers. *Seed Science and Technology*, 32(2), 561-572.
- Stout, A. B., & Johnson, D. M. (1995). Seed shape and wind and water dispersal in conifers. *American Journal of Botany*, 1259-1268.

- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal (3.a ed., Vol. 2)*. Castelló: Universidad Jaume I. Servicio de Comunicación y Publicaciones.
- Tapia, C., Zambrano, E., & Montero, A. (2008). *Estado de los recursos fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación*. Quito: Publicación Miscelánea No144 INIAP.
- University of California. (2007). *Forest Vegetation Management*. Oakland: ANR-UC.
- US/IBP, P. (1972). *Report*. Austin, Texas: IPB Environmental Coordinating Office.
- Valverde Rodríguez, K., Morales, C., & García, E. (2019). *Germinación de semillas de Crescentia alata (Bignoniaceae) en distintas condiciones de temperatura, luminosidad y almacenamiento*.
- Varela, S., & Arana, V. (2011). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Área Forestal - INTA EEA Bariloche*, 3-8.
- Vargas-Figueroa, J., & Torres-González, A. (2018). *Germination and seed conservation of a pioneer species, Tecoma stans (Bignoniaceae), from tropical dry forest of Colombia*. *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 918-936.
- Venable, D. L., & Brown, J. S. (1988). The evolution of seed dispersal syndromes in relation to seed predation. *Ecology*, 890-907.
- Venegas Tovar, L. (1976). *Metodología para Observaciones Fenológicas*. Bogotá: FAO.
- Villamil, J., & Garcia, F. (1998). *Germinación de semillas*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Villar Cabeza, M. Á., Marcelo Bazán, F. E., & Baselly Villanueva, J. R. (2018). *Efecto de dos tratamientos pre-germinativos y el tiempo de almacenamiento en el Poder Germinativo de las semillas de la Cinchona officinalis L.*
- Villena, J., Seminario, J., & V. M. (2019). *Variabilidad morfológica de la "tara" Caesalpinia spinosa (Mol.) Kuntze (Fabaceae), en poblaciones naturales de Cajamarca: descriptores de fruto y semilla*. Peru: Arnaldoa.
- Willan, R. L. (1991). *Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a los trópicos*. Roma : FAO.

**ANEXOS****Figura 6**

*Recolección de frutos*

**Figura 7**

*Frutos recolectados de las especies estudiadas*



**Figura 8**

*Despulpe del fruto para la obtención de semillas*

**Figura 9**

*Selección de las semillas para su almacenamiento*



**Figura 10**

*Almacenamiento de las semillas en la nevera*

**Figura 11**

*Instalación del ensayo de germinación*



**Figura 12**

*Germinación de las semillas*



