



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**CARRERA: INGENIERÍA FORESTAL**

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

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS EN  
SEMILLAS DE *CUPANIA CINEREA* POEPP EN LA GRANJA  
EXPERIMENTAL YUYUCOCHA - IMBABURA”**

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

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

**Autor:** Esteban Gabriel Zavala Guerra

**Director:** Ing. Hugo Vinicio Vallejos Alvarez, MSc

Ibarra – Noviembre de 2024



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401468269		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Zavala Guerra Esteban Gabriel		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra		
<b>EMAIL:</b>	egzavalag@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELF. MOVIL</b>	0958879915

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Evaluación de tratamientos pre-germinativos en semillas de <i>Cupania cinerea</i> Poepp en la granja experimental Yuyucocha - Imbabura
<b>AUTOR (ES):</b>	Zavala Guerra Esteban Gabriel
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	2024/11/07
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
<b>CARRERA/PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería Forestal
<b>DIRECTOR:</b>	Ing.Hugo Vinicio Vallejos Alvarez, MSc.

## AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Esteban Gabriel Zavala Guerra, con cédula de identidad Nro. 040146826-9, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a los 07 días del mes de noviembre del 2024.

### EL AUTOR:

Firma.....

Nombre: Esteban Gabriel Zavala Guerra.

## CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días, del mes de noviembre de 2024.

### AUTOR:

Firma.....

Nombre: Esteban Gabriel Zavala Guerra.

## CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 7 de noviembre de 2024

Ing. *Hugo Vinicio Vallejos Alvarez*, MSc

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.

HUGO  
VINICIO  
VALLEJOS  
ALVAREZ

Firmado  
digitalmente por  
HUGO VINICIO  
VALLEJOS ALVAREZ  
Fecha: 2024.11.07  
14:41:56 -05'00'

(f) .....

*Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, MSc*

*C.C.: 1002018941*

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “Evaluación de tratamientos pre-germinativos en semillas de *Cupania cinerea* Poepp en la granja experimental Yuyucocha – Imbabura” elaborado por Esteban Gabriel Zavala Guerra, previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

HUGO  
VINICIO  
VALLEJOS  
ALVAREZ

Firmado  
digitalmente por  
HUGO VINICIO  
VALLEJOS ALVAREZ  
Fecha: 2024.11.07  
14:42:20 -05'00'

(f):.....  
Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, MSc  
C.C.: 1002018941



Firmado electrónicamente por:  
JORGE LUIS CUE  
GARCIA

(f):.....  
Ing. Jorge Luis Cué García PhD.  
C.C.: 1754608709

## **DEDICATORIA**

A mi abuelita Segunda Julia Cantincus Urbina, quien siempre me incentivó a seguir mis sueños. Recuerdo con cariño las tardes que pasábamos en su casa, donde me enseñó a apreciar la belleza de la naturaleza. Su amor por las plantas y los animales despertó en mí una pasión que me acompaña hasta hoy. Aunque ya no está físicamente conmigo, su espíritu sigue vivo en este trabajo. Gracias por ser mi guía y mi inspiración.

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo de muchas personas. En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis abuelos, Nelson y que en paz descansa Segundita, por permitirme llevar a cabo esta investigación en su hermoso predio. Su generosidad y pasión por la naturaleza me inspiraron a lo largo de todo el proceso. A mi madre, Cecilia, por su apoyo incondicional y por siempre creer en mí, incluso en los momentos más difíciles. A mi hermana, Danna, por sus consejos y compañía. A mis compañeros de aula, por las enriquecedoras discusiones y por crear un ambiente de aprendizaje colaborativo. Y, por último, pero no menos importante, agradezco al equipo docente de, en especial a mi director de tesis, Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, MSc, por sus valiosas enseñanzas y guía. Sus conocimientos y experiencia fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

## **LISTA DE SIGLAS**

**COA.** Código Orgánico ambiental

**MAE.** Ministerio del Ambiente del Ecuador.

**MAG.** Ministerio de Agricultura y Ganadería

**FAO.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

**ISTA.** Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas.

## RESUMEN

La deforestación y la sobreexplotación de recursos forestales amenazan la biodiversidad y los medios de vida de las comunidades locales. *Cupania cinerea* Poepp, una especie nativa de gran importancia ecológica y socioeconómica en la comunidad de Quinshull, provincia del Carchi, ha experimentado una disminución significativa de sus poblaciones. Este estudio evaluó el efecto de diferentes tratamientos pre-germinativos sobre la viabilidad y vigor de semillas de *C. cinerea* con el objetivo de desarrollar protocolos eficientes para su propagación y conservación. Los resultados obtenidos indican que, bajo las condiciones experimentales evaluadas, los tratamientos pre-germinativos ensayados no mejoraron significativamente la germinación de las semillas. Sin embargo, esta investigación sienta las bases para futuros estudios que profundicen en la biología de la semilla de *C. cinerea* y exploren otras estrategias de propagación vegetativa o tratamientos pre-germinativos más específicos. Los resultados de este estudio contribuyen a llenar un vacío de conocimiento sobre la propagación de esta especie y son de gran relevancia para la conservación de los bosques andinos y el desarrollo de prácticas sostenibles de manejo forestal.

**Palabras claves:** Restauración, conservación, especie forestal, nativa, biodiversidad, germinación

## ABSTRACT

The deforestation and overexploitation of forest resources poses a grave threat to biodiversity and the livelihoods of local communities. *Cupania cinerea* Poepp, a native species of paramount ecological and socioeconomic significance in the Quinshull community within the Carchi province, has suffered a marked decline in its populations. This study delved into the effects of various pre-germination treatments on the viability and vigor of *C. cinerea* seeds, with the overarching goal of formulating efficient protocols for propagating and conserving this species. The findings revealed that, under the experimental conditions tested, the implemented pre-germination treatments did not yield a statistically significant enhancement in seed germination. Nonetheless, this research serves as a foundation for future investigations aimed at delving deeper into the intricate biology of *C. cinerea* seeds and exploring alternative vegetative propagation strategies or more specialized pre-germination treatments. The outcomes of this study contribute significantly to bridging the knowledge gap concerning the propagation of this species and hold immense relevance for the conservation of Andean forests and the promotion of sustainable forest management practices.

Keywords: Restoration, conservation, forest species, native, biodiversity, germination.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	19
• Problema de la investigación. ....	19
- Formulación del problema .....	20
• Justificación .....	20
• Objetivos .....	21
- General .....	21
- Específicos .....	21
• Hipótesis .....	21
- Hipótesis nula.....	21
- Hipótesis alterna.....	22
CAPITULO I .....	23
MARCO TEÓRICO.....	23
1.1. Latencia y Germinación de Semillas .....	23
1.1.1 Latencia de Semillas .....	23
1.2. Tratamientos Pre-germinativos .....	24
1.3. Escarificación.....	24
1.3.1. Estratificación .....	24
1.3.2. Inmersión en Agua Caliente:.....	24
1.3.3. Tratamientos Químicos:.....	24
1.4. Descripción de la Especie .....	25

	13
1.5. Fenología.....	25
1.5.1. Árboles semilleros .....	26
1.5.2. Recolección de frutos.....	26
1.5.3. Técnicas de recolección .....	27
1.6. Almacenamiento de la semilla.....	27
1.6.1. Semilla .....	28
1.6.1.1. Semilla ortodoxa .....	28
1.6.1.2. Semillas recalcitrantes .....	28
CAPITULO II.....	33
MATERIALES Y METODOS .....	33
2.1. Tipo de investigación según los siguientes criterios:.....	33
2.1.1. Enfoque o paradigma .....	33
2.1.2. Aspiración, objetivo o finalidad.....	33
2.1.3. Alcance o nivel de profundidad.....	33
2.1.4. Diseño de investigación .....	33
2.1.5. El tiempo.....	33
2.1.6. El lugar.....	33
2.2. Ubicación del lugar .....	34
2.2.1. Política .....	34
2.2.2. Geografía.....	35
2.2.3. Límites .....	36
2.3. Caracterización edafoclimática del lugar.....	36
2.3.1. Suelo .....	36

	14
2.3.2. Clima.....	37
2.4. Materiales, equipos y software .....	37
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos. ....	38
2.5.1. Diseño experimental: .....	38
2.6. Instalación del experimento. ....	40
2.6.1. Selección del árbol importante. ....	40
2.6.2. Recolección de semillas.....	40
2.6.3. Extracción y secado de las semillas.....	41
2.6.4. Normas ISTA .....	41
2.6.5. Contenido de humedad.....	42
2.6.6. Pureza de la semilla.....	42
2.6.7. Peso .....	43
2.6.8. Porcentaje de germinación .....	43
2.6.9. Índice de velocidad de emergencia (IVE).....	44
2.6.10. Vigor germinativo .....	44
2.6.11. Tiempo medio de germinación.....	44
2.6.12. Índice velocidad de germinación (IVG).....	45
CAPITULO III.....	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
3.1 Análisis de semillas.....	46
3.1.1. Pureza.....	46
3.1.2. Contenido de humedad. ....	46
3.1.3. Peso por kilogramo .....	47

	15
3.2. Descripción morfológica de la semilla <i>Cupania cinerea</i> Poepp.....	48
3.2.1. Tamaño .....	48
3.2.2. Forma .....	49
3.2.3. Color .....	49
3.2.4. Textura .....	50
3.3. Germinación de semilla .....	50
3.3.1. Porcentaje de germinación.....	50
3.3.2. Índice de velocidad de emergencia.....	53
3.3.4. Vigor germinativo.....	56
3.3.5. Tiempo medio de germinación .....	59
3.3.6. Índice de velocidad de germinación.....	61
CAPITULO IV.....	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
4.1. CONCLUSIONES .....	64
4.2. RECOMENDACIONES.....	64
BIBLIOGRAFÍA .....	65
ANEXOS - FOTOGRAFÍAS .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales, equipos y software que se utilizó para desarrollar la investigación.	37
Tabla 2. Diseño Irrestricto al Azar (DIA).....	39
Tabla 3. Diseño de las matrices para el registro de los datos primarios.....	40
Tabla 4. Características del análisis de las semillas de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp	48
Tabla 5. Descripción morfométrica de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp.....	50
Tabla 6. Evaluación del poder germinativo de cada tratamiento y repetición. ....	51
Tabla 7. Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del poder germinativo de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp.....	52
Tabla 8. Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis de la energía germinativa de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp.....	53
Tabla 9. Evaluación de la velocidad de emergencia de cada tratamiento y repetición. ....	54
Tabla 10. Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del índice de velocidad de emergencia de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp .....	55
Tabla 11. Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del índice de velocidad de emergencia de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp. ....	55
Tabla 12. Evaluación de la velocidad de emergencia de cada tratamiento y repetición. ..	57
Tabla 13. Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del vigor germinativo de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp.....	58
Tabla 14. Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del vigor germinativo de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp. ....	58
Tabla 15. Evaluación del tiempo medio de germinación de cada tratamiento y repetición.	59

Tabla 16. Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del tiempo medio de germinación de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp. ....	60
Tabla 17. Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del tiempo medio de germinación de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp. ....	60
Tabla 18. Evaluación de la velocidad de germinación de cada tratamiento y repetición.	61
Tabla 19. Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del tiempo medio de germinación de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp. ....	62
Tabla 20. Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del índice de velocidad de germinación de la especie <i>Cupania cinerea</i> Poepp.....	62

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Mapa de ubicación del área de recolección vegetativa.....	34
Figura 2. Forma de la semilla (Murley, 1951) .....	49

## INTRODUCCIÓN

- **Problema de la investigación.**

- *Problemática*

La deforestación, un fenómeno que amenaza la biodiversidad a escala planetaria, ha golpeado con fuerza a Ecuador. La pérdida de bosques no solo impacta en la naturaleza, sino también en las comunidades locales que dependen de ellos para su supervivencia. La restauración y el enriquecimiento forestal se presentan como herramientas esenciales para mitigar estos impactos y promover un desarrollo sostenible. La participación de las poblaciones locales en estos procesos es clave, según lo resaltado por Cué et al. (2020).

La investigación y el desarrollo en el campo de los tratamientos pre-germinativos son fundamentales para mejorar la germinación de semillas de especies forestales. Estos tratamientos son esenciales para superar la dormancia de muchas semillas, lo que permite una germinación más uniforme y eficiente. Entre los métodos más utilizados se encuentran la escarificación mecánica, el remojo en agua caliente y el uso de ácidos, que han demostrado aumentar significativamente las tasas de germinación en diversas especies.

Para aprovechar estos beneficios, es crucial continuar apoyando y promoviendo la investigación sobre tratamientos pre-germinativos que sean relevantes para las especies locales. Debemos profundizar nuestra comprensión de la biología y ecología de las semillas, así como desarrollar protocolos efectivos que faciliten su germinación. Un área clave que requiere más atención son los tratamientos pre-germinativos para especies menos estudiadas, ya que actualmente existen pocos protocolos establecidos para mejorar su germinación. Con una cuidadosa experimentación e investigación, podemos desarrollar enfoques óptimos que desbloqueen el potencial de valiosas especies forestales.

- **Formulación del problema**

Existen limitaciones en el conocimiento sobre los métodos de propagación mediante semillas de *Cupania cinerea* Poepp, lo que dificulta su uso efectivo en programas de reforestación y conservación. Este desconocimiento abarca tanto aspectos técnicos como ecológicos y biológicos, lo que impide el desarrollo de protocolos adecuados para mejorar la germinación y establecimiento de esta especie.

• **Justificación**

La importancia de estudiar tratamientos pre-germinativos de *Cupania cinerea* radica en el alto valor ecológico y sociocultural que tiene esta especie nativa en la provincia de Carchi, Ecuador, especialmente en la comunidad de Quinshull. Su madera es un recurso forestal indispensable para los pobladores, quienes construyen con ella sus viviendas. Sin embargo, el aumento de tala y nuevas siembras han reducido drásticamente las poblaciones naturales de *C. cinerea* en la zona, poniendo en riesgo la disponibilidad del material genético para procesos de restauración. Investigar tratamientos pre-germinativos para mejorar la germinación de semillas permitirá desarrollar protocolos adecuados que faciliten su propagación y conservación, garantizando así la preservación de este árbol tan ligado a la identidad y subsistencia de las comunidades rurales del noroccidente del cantón Tulcán. Por esta razón, este estudio es de gran relevancia ambiental y cultural.

Las semillas de *Cupania cinerea* muestran latencia física debido a su endocarpio leñoso, lo cual dificulta alcanzar un adecuado índice de germinación con los mecanismos aplicados en la actualidad. Este estudio permitiría determinar tratamientos pre-germinativos efectivos que superen dicha latencia, sentando las bases para posteriormente desarrollar programas de propagación clonal

y mejora forestal de la especie. La investigación se posicionaría así a la vanguardia de estudios aplicados al manejo sostenible de valiosas especies forestales nativas.

*Cupania cinerea*, una especie de alto potencial maderable ha sido desatendida por la investigación forestal en el país, lo que ha llevado a un desconocimiento sobre los métodos efectivos para la germinación de sus semillas. Esta investigación representará un valioso aporte científico, llenando un vacío de conocimiento tanto a nivel local en la zona de estudio como a nivel nacional. Las técnicas desarrolladas establecerán bases sólidas para programas de conservación y aprovechamiento sostenible, posicionando a esta especie, que ha sido olvidada, en el lugar que merece: como un pilar fundamental de una silvicultura sostenible y rentable.

- **Objetivos**

- ***General***

Evaluar el impacto de cuatro tratamientos pre-germinativos en la tasa y en los parámetros de calidad de germinación de *Cupania cinerea*.

- ***Específicos***

- Determinar la calidad de las semillas de *Cupania cinerea*, siguiendo los estándares definidos por la ISTA (Asociación Internacional de Análisis de Semillas).
- Comparar el efecto de cuatro tratamientos pre-germinativos en la germinación y la tasa de supervivencia de las semillas de *Cupania cinerea*.

- **Hipótesis**

- ***Hipótesis nula***

Ho: Los tratamientos pre-germinativos estudiados no influyen significativamente en la germinación de las semillas de *Cupania cinerea* Poepp.

- ***Hipótesis alterna***

Ha: Al menos uno de los tratamientos pre-germinativos estudiados influye significativamente en la germinación de las semillas de *Cupania cinerea* Poepp.

# CAPITULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Latencia y Germinación de Semillas

#### *1.1.1 Latencia de Semillas*

Según Willis *et al.* (2014), la latencia es la capacidad de las semillas para retrasar la germinación, incluso en condiciones favorables, asegurando que esta ocurra solo en el momento óptimo. Este retraso puede ser beneficioso para la planta, ya que le permite adaptarse a cambios en el ambiente, como fenómenos climáticos o la llegada a una nueva localidad tras ser dispersadas. Esta adaptación puede reducir la probabilidad de extinción de la planta, ya que la germinación ocurre en el momento más propicio, aumentando así las posibilidades de supervivencia.

Toro (1974) dice que una semilla latente es una semilla que, a pesar de estar viva, no germina en ciertas condiciones favorables para otras semillas de la misma especie que no presentan latencia. Esta condición puede manifestarse de dos maneras: la semilla puede ser completamente incapaz de germinar o puede requerir condiciones específicas adicionales, como una temperatura especial, niveles específicos de humedad o algún tratamiento especial, para iniciar el proceso de germinación.

Gruposacs (2015) indica que, durante su maduración, las semillas desarrollan mecanismos de latencia que les permiten mantenerse viables por períodos prolongados y germinar en el momento adecuado. Sin embargo, el almacenamiento en condiciones secas puede alterar este proceso natural, llevando a un estado de postmaduración. En esta fase, la semilla, al perder su conexión con la planta madre, se vuelve más autónoma pero también más vulnerable a condiciones ambientales desfavorables.

Varela y Arana (2010) señalan que, como una adaptación evolutiva, la latencia permite a las semillas sobrevivir a condiciones ambientales adversas y germinar en el momento más propicio para el desarrollo de la plántula. En los viveros, la comprensión de este mecanismo es esencial para diseñar protocolos de germinación eficientes. Al simular las condiciones naturales que rompen la latencia, podemos estimular la germinación uniforme y oportuna de las semillas, garantizando así el éxito de los programas de producción.

## **1.2.Tratamientos Pre-germinativos**

Los tratamientos pre-germinativos son técnicas diseñadas para mejorar la tasa y calidad de germinación de las semillas, especialmente en especies con alta latencia como *Cupania cinerea*. Estos tratamientos pueden incluir:

### **1.3.Escarificación.**

Este método implica la ruptura o debilitamiento de la cubierta de la semilla para facilitar la absorción de agua, lo cual es esencial para iniciar el proceso de germinación.

**1.3.1. Estratificación:** Consiste en someter las semillas a condiciones controladas de humedad y temperatura durante un período específico para simular el invierno, lo que puede ser crucial para romper la latencia.

**1.3.2. Inmersión en Agua Caliente:** Este tratamiento puede ayudar a eliminar inhibidores químicos presentes en la semilla, promoviendo así una germinación más rápida.

**1.3.3. Tratamientos Químicos:** La aplicación de soluciones ácidas o alcalinas puede ser efectiva para algunas especies, aunque se requiere investigación específica para determinar su eficacia en *Cupania cinerea*.

Investigaciones previas han demostrado que estos tratamientos pueden aumentar significativamente tanto la tasa como la calidad de germinación en diversas especies forestales (Arzeta *et al.*, 2011; Flores *et al.*, 2015). Sin embargo, se necesita más estudio específico sobre cómo estos métodos afectan a *Cupania cinerea*, dado su potencial ecológico y económico.

#### **1.4.Descripción de la Especie**

Es un árbol de la familia Sapindaceae , género Cupania, nativo de los bosques húmedos tropicales de América Central. Alcanza alturas de 5 a 20 metros y se caracteriza por su tronco recto con pequeñas raíces tablares en la base. Las hojas compuestas, imparipinnadas y alternas, presentan de 3 a 11 folíolos de margen dentado. Las flores, pequeñas y blancas, se agrupan en inflorescencias axilares y son polinizadas principalmente por abejas. Los frutos son legumbres dehiscentes, conteniendo semillas negras rodeadas de un arilo carnoso de color amarillo o anaranjado. Esta especie es de gran importancia ecológica, ya que fija nitrógeno atmosférico en el suelo y proporciona alimento y refugio para la fauna silvestre. Su madera es utilizada en la construcción de viviendas rurales y sus semillas sirven como carnada para la pesca. (Perez & Condit, 2008).

#### **1.5.Fenología**

El clima de la Tierra ha experimentado cambios a lo largo de su historia, pero el ritmo y la magnitud de los cambios actuales son sin precedentes. El aumento de las temperaturas globales, los cambios en los patrones de precipitación y los eventos climáticos extremos están alterando los ecosistemas a nivel mundial. La fenología, el estudio de los eventos periódicos en la vida de los organismos, nos permite observar cómo las especies responden a estos cambios. Al comparar los registros fenológicos a lo largo del tiempo, los científicos han detectado patrones de cambio, como la floración anticipada de las plantas y la migración más temprana de las aves. Estos

desacoplamiento fenológico pueden tener consecuencias graves para los ecosistemas, ya que alteran las interacciones entre especies y ponen en riesgo la estabilidad de las comunidades ecológicas. Es fundamental continuar investigando estos cambios para desarrollar estrategias de conservación y adaptación que permitan mitigar los impactos del cambio climático en la biodiversidad (Budburst, 2024).

### ***1.5.1. Árboles semilleros***

Los árboles semilleros, también conocidos como árboles madre, son aquellos que poseen características fenotípicas deseables para producir semillas de alta calidad, con el fin de obtener especímenes con excelentes características. Es fundamental comprender la fenología de las especies y el calendario de producción de semillas para este propósito (Muñoz et al., 2012).

Según (FAO (2021), los principales criterios de selección de árboles semilleros, o árboles plus, incluyen la edad del árbol, la producción de frutos y semillas, la tolerancia a enfermedades y plagas, el estado fitosanitario, la fecha de fructificación y, sobre todo, el interés del propietario en conservar y manejar adecuadamente a los árboles seleccionados en sus terrenos. Es crucial seleccionar árboles que hayan alcanzado su madurez fisiológica, ya que la elección de árboles jóvenes o muy viejos puede resultar en árboles con deficiencia de calidad.

### ***1.5.2. Recolección de frutos***

La recolección de frutos maduros es un proceso crucial, ya que la madurez de los frutos varía según la especie y su destino, como la venta en mercados locales o distantes. La madurez fisiológica de los frutos es un factor determinante en el momento óptimo de recolección, y este proceso es fundamental para garantizar la calidad de los productos recolectados (Ffolliott & Thames, 1983).

### ***1.5.3. Técnicas de recolección***

Cuando se recolectan los frutos desde el suelo, es importante recoger la fruta diariamente a medida que cae. Para facilitar la recolección, se pueden extender grandes piezas de género, alfombras, hojas plásticas o arpilleras debajo de los árboles. Si esto no es posible, se debe limpiar el suelo quitando hojas, ramas y vegetación que crece al pie para facilitar la recolección y reducir las impurezas entre los frutos recogidos. Es crucial recoger los frutos tan pronto como caen para evitar que sean atacados por insectos.

La ventaja de arrancar los frutos directamente de los árboles en pie, en lugar de recogerlos del suelo, es la seguridad de que las semillas cosechadas provienen exclusivamente del árbol madre deseado (Ffolliott & Thames, 1983).

### **1.6. Almacenamiento de la semilla**

El almacenamiento de semillas es un seguro de vida para la biodiversidad y un pilar fundamental para la agricultura sostenible. Al preservar la variabilidad genética de las especies, garantizamos la disponibilidad de alimentos nutritivos y adaptados a las condiciones cambiantes, contribuyendo a un futuro más seguro y resiliente. Según la (Willan, 1991) el almacenamiento de semillas es una práctica esencial para la conservación de la biodiversidad y la seguridad alimentaria. Al crear condiciones óptimas de temperatura y humedad, los bancos de semillas preservan la viabilidad de millones de semillas, asegurando la continuidad de la agricultura y la disponibilidad de variedades adaptadas a diferentes ambientes. Estas valiosas colecciones genéticas son fundamentales para la investigación agrícola, la restauración de ecosistemas y la adaptación al cambio climático.

### ***1.6.1. Semilla***

La semilla, una maravilla de la ingeniería biológica, es mucho más que una simple estructura. Contiene todo lo necesario para dar origen a una nueva planta, desde el embrión hasta las reservas de alimento. A través de la dispersión, las semillas colonizan nuevos hábitats, contribuyendo a la formación de bosques, praderas y otros ecosistemas. Además de su importancia ecológica, las semillas han sido fundamentales para el desarrollo de la agricultura y la civilización humana. Al almacenar semillas, preservamos la diversidad genética de las plantas y garantizamos la seguridad alimentaria para las generaciones futuras (Doria, 2010).

#### ***1.6.1.1. Semilla ortodoxa***

Las semillas ortodoxas, gracias a su capacidad de entrar en un estado de latencia profunda, pueden sobrevivir a condiciones ambientales extremas. Durante este estado, su metabolismo se reduce al mínimo, lo que les permite resistir la deshidratación y el envejecimiento. Esta característica las convierte en candidatas ideales para el almacenamiento a largo plazo en bancos de germoplasma, donde se conservan a bajas temperaturas y en condiciones de humedad controlada. Gracias a esta tecnología, se pueden preservar miles de variedades de cultivos, asegurando la diversidad genética y la capacidad de adaptación de las plantas a los cambios ambientales (Berjak & Pammenter).

#### ***1.6.1.2. Semillas recalcitrantes***

Las semillas que pierden la viabilidad poco tiempo después de ser colectadas o extraídas del fruto, resultando muy difícil almacenarlas, se denominan semillas recalcitrantes. Según (Magnitskly & Plaza, 2007) estas semillas son muy sensibles a la deshidratación tanto en el momento de desarrollarse como al desprenderse, por lo tanto, no pasan por un período de secado en su maduración (Plaza & Magnitskiy, 2007).

Durante su maduración, estas semillas contienen un alto contenido de humedad, entre el 90 al 40%, lo que permite un secado manteniendo un porcentaje de humedad del 25 al 80%. Si el porcentaje de agua desciende por debajo del 20 o 30%, pierden su viabilidad, al igual que si se almacenan a temperaturas menores a  $-3^{\circ}\text{C}$  (Serrada, 2000).

### **1.7. Rol en el Ecosistema**

El rol de *Cupania cinerea* en el ecosistema es multifacético. En primer lugar, su presencia proporciona hábitats vitales para una amplia variedad de especies de flora y fauna, lo que contribuye a la riqueza y diversidad biológica del bosque. Las flores de esta especie, al ser visitadas por polinizadores como abejas y otros insectos, fomentan la polinización de plantas cercanas, lo que es fundamental para la reproducción y supervivencia de muchas otras especies vegetales en el ecosistema.

Es imperativo reconocer la importancia de conservar y proteger esta especie y su hábitat natural. *Cupania cinerea* desempeña un papel importante en la dinámica del bosque, ya que su estructura y composición influyen en la disponibilidad de recursos, la regeneración natural y la estabilidad del ecosistema. La interacción de esta especie con otras plantas, animales y microorganismos en su entorno contribuye a la complejidad y resiliencia del ecosistema en su conjunto.

### **1.8. Contribución a la Conservación de la Biodiversidad**

La *Cupania cinerea* es una especie arbórea de gran relevancia en los ecosistemas forestales. Su madera, apreciada por sus cualidades mecánicas, ha sido tradicionalmente utilizada en la construcción rural, contribuyendo al desarrollo socioeconómico de las comunidades locales. No obstante, se requiere de una mayor investigación para comprender su ecología y desarrollar

técnicas de propagación y manejo adecuadas. La conservación de esta especie es fundamental para mantener la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de los bosques.

### **1.9. Interacción con la Fauna Local**

La *Cupania cinerea* desempeña un papel crucial en la dinámica de los ecosistemas forestales. Sus flores, ricas en néctar, atraen a una diversidad de polinizadores, como abejas y otros insectos, contribuyendo a la polinización cruzada y a la reproducción de numerosas especies vegetales. Asimismo, sus frutos carnosos sirven de alimento a aves y mamíferos, que al dispersar sus semillas a largas distancias favorecen la regeneración natural de los bosques y la conectividad entre poblaciones vegetales.

### **1.10. Importancia Cultural y Económica**

La *Cupania cinerea* trasciende su valor ecológico para convertirse en un pilar fundamental de la cultura y subsistencia de las comunidades locales. Su madera, versátil y duradera, ha sido empleada tradicionalmente en la construcción de viviendas, la elaboración de herramientas y utensilios, tejiendo un estrecho vínculo entre la especie, el entorno y la identidad cultural. Por ende, la conservación de esta especie no es solo una cuestión ambiental, sino un imperativo para preservar el patrimonio cultural y asegurar el bienestar de las generaciones futuras.

### **1.11. Evaluación de tratamientos pre-germinativos en *Caesalpinia spinosa*.**

Un estudio realizado por Sánchez (2023) evaluó varios tratamientos pre-germinativos en semillas de *Caesalpinia spinosa*. Los resultados mostraron que:

Escarificación mecánica-lijado fue el tratamiento más efectivo, alcanzando un 78.33% de germinación.

La combinación de sustratos (tierra de bosque + arena + humus) junto con escarificación resultó en un crecimiento óptimo de las plántulas, con una altura promedio de 10.56 cm y un promedio de 7.7 hojas tras 73 días de siembra.

Este estudio destaca la importancia de los tratamientos mecánicos y la selección adecuada del sustrato para mejorar la germinación y el crecimiento inicial de plántulas.

### **1.12. Latencia y Germinación de Semillas**

Un documento de Varela y Arana, (2010) sobre latencia y germinación menciona que, para vencer la dormancia, se utilizan métodos como:

- Inmersión en ácido sulfúrico.
- Inmersión en agua caliente.

Estos tratamientos son cruciales para mejorar la producción de plántulas, especialmente en especies con alta latencia como algunas del género *Nothofagus*. El uso de protocolos pre-germinativos en vivero puede ayudar a disminuir la latencia, promoviendo así la germinación efectiva.

### **1.13. Tratamientos Pre-germinativos en *Enterolobium cyclocarpum***

Viveros *et al.*, (2015) señalan que se analizó diferentes tratamientos pre-germinativos para las semillas de *Enterolobium cyclocarpum*:

Los mejores tratamientos fueron el remojo en ácido sulfúrico y el lijado de las semillas.

Se observaron diferencias significativas en los parámetros germinativos y de crecimiento, destacando que estos tratamientos son esenciales para superar la dormancia y mejorar la germinación.

#### **1.14. Manual sobre Semillas de Árboles Tropicales**

Smith *et al.*, (2024) proporcionan información sobre cómo diferentes factores como temperatura y oxígeno afectan la germinación. Por ejemplo:

La incubación a temperaturas adecuadas puede resultar en altas tasas de germinación (hasta el 98% bajo condiciones controladas).

También se discute cómo la escarificación y otros métodos pueden ser aplicados para mejorar la tasa de germinación en diversas especies.

#### **1.15. Tratamientos Pre-germinativos en Otras Especies**

En otro estudio se evaluaron diferentes métodos para semillas con testa dura, (Barone *et al.*, 2016; Solano, 2020) como:

Lijado, que mostró ser efectivo para aumentar la capacidad germinativa.

La investigación concluyó que no todos los tratamientos son igualmente efectivos para todas las especies, lo que resalta la necesidad de investigación específica para cada tipo.

## CAPITULO II

### MATERIALES Y METODOS

#### **2.1. Tipo de investigación según los siguientes criterios:**

##### ***2.1.1. Enfoque o paradigma.***

La presente investigación tendrá un enfoque mixto, donde se recopilarán, analizarán e integrarán datos cuantitativos y cualitativos relevantes.

##### ***2.1.2. Aspiración, objetivo o finalidad.***

El actual estudio posee un alcance aplicado, permitirá la resolución de problemas prácticos mediante la aplicación de conocimientos teóricos

##### ***2.1.3. Alcance o nivel de profundidad.***

El alcance se centra en explicar la razón, el porqué de las cosas, estableciendo relaciones de causa-efecto intentando explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta.

##### ***2.1.4. Diseño de investigación***

El diseño será experimental busca establecer de manera confiable el efecto causal de una variable sobre otra, controlando al máximo factores extraños que puedan afectar los resultados.

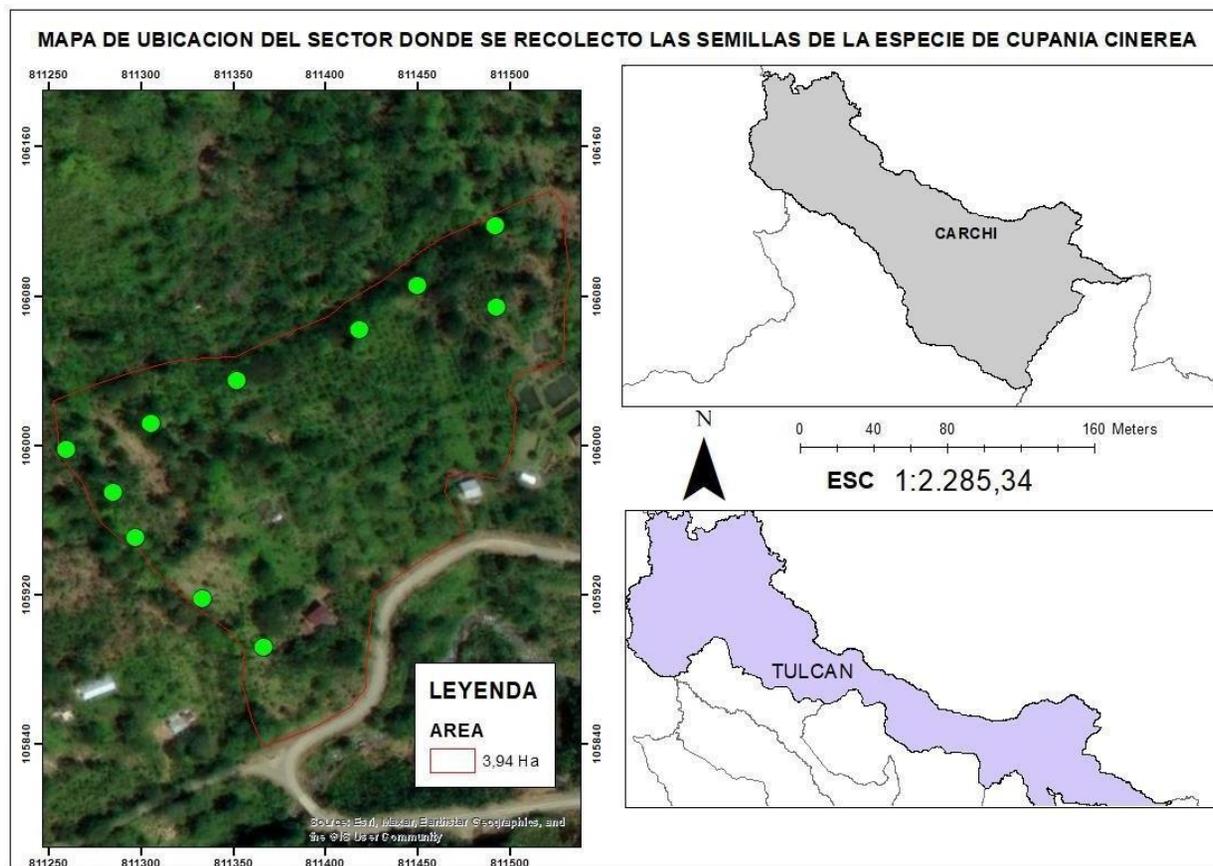
##### ***2.1.5. El tiempo***

La investigación sincrónica se enfoca en analizar fenómenos en un corto tiempo. Es eficiente y aporta descripción y análisis de la realidad actual.

##### ***2.1.6. El lugar***

En campo debido a la identificación y recolección de frutos maduros para la posterior obtención de semillas.

## 2.2. Ubicación del lugar.



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de recolección vegetativa.

### 2.2.1. Política

La recolección de las semillas se la realizó en.

Sitio I

Especie: *Cupania cinerea* Poepp.

Comunidad: Quinshull

Parroquia: El Chical

Cantón: Tulcán

Provincia: Carchi

Lugar donde se desarrolló el primer ensayo de germinación fue.

Sitio II

Campus: Yuyucocha

Parroquia: San Francisco y Caranqui

Cantón: Ibarra

Provincia de Imbabura

Al no tener resultados favorables de germinación en el sitio mencionado, se instaló un segundo ensayo, sin modificar el diseño experimental en el lugar donde se recolectó las semillas.

### **2.2.2. Geografía**

Sitio I

Propiedad de la señora Cecilia Guerra, ubicada en Quinshull se localiza en Lat: 00° 57' 25'' N, Lon: 078° 12' 08'' W, a 1195 msnm.

Sitio II.

El Campus Yuyucocha se localiza a 78° 07' 52,93'' de longitud W y 00° 19' 38,67'' de latitud N, a 2 247 m.s.n.m.

### 2.2.3. Límites

Sitio I.

Los linderos que limitan la propiedad de la señora Cecilia Guerra son:

- Norte: Propiedad del señor René Orbe
- Sur: Carretera publica que conduce a Peñas Blancas
- Este: Propiedad del señor Guillermo Yela
- Oeste: Propiedad del señor Revelo

Sitio II.

La Granja Experimental Yuyucocha limita con los barrios:

- Norte: San Vicente
- Sur: Bella Vista de María
- Este: San Francisco de Santa Lucia
- Oeste: Ejido de Caranqui

## 2.3. Caracterización edafoclimática del lugar.

### 2.3.1. Suelo

Sitio I.

Es de textura franco arcillo arenosa a franco arenosa, bien drenados, profundos, con un pH de 5.9, un contenido de materia orgánica (MO) del 8%, una capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 22 meq/100 g y una saturación de bases (SB) del 16%. (PDOT EL CHICAL, 2020)

Pertenece al orden Andisol es un tipo de suelo que se desarrolla a partir de cenizas y otros materiales volcánicos, el subgrupo al que pertenece es Typic Hapludans, estos suelos se forman a

partir de materiales parentales diversos, tienen una textura media a gruesa, una fertilidad media a baja y una capacidad de retención de agua moderada. (USDA, 2014)

#### Sitio II.

Dentro del orden Molisol, se encuentra la parte urbana consolidada de Ibarra, son suelos profundos, con un horizonte superficial negro, rico en materia orgánica, que se han formado en condiciones de estepa o de pradera (PDOT CANTON IBARRA, 2021)

### 2.3.2. *Clima*

#### Sitio I

La temperatura oscila entre 14 y 16 °C. En las comunidades de la Reserva Awá, la temperatura se encuentra entre 22 y 24 °C. En el centro poblado de El Chical, la temperatura alcanza los 20 °C. Las precipitaciones anuales son de 2.000 mm y se incrementan hacia las zonas altas en la Reserva Awá, donde llegan a superar los 7.000 mm<sup>2</sup> (PDOT EL CHICAL, 2020).

#### Sitio II

Tiene una temperatura media de 18,4°C (Cué y otros, 2020).

### 2.4. **Materiales, equipos y software.**

Los materiales y equipos utilizados en la presente investigación se mencionará en la tabla 1.

#### **Tabla 1.**

*Materiales, equipos y software que se utilizó para desarrollar la investigación.*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Equipos</b>	<b>Software</b>	<b>Insumos</b>
Tijera podadora aérea	GPS.	Microsoft Word.	Citoquinina
Fundas plásticas	Cámara fotográfica	Microsoft Excel.	Ácido giberélico

Libreta de campo	Brújula	ArcGis 10.5	Daconil
Termómetro múltiple ambiental	Computadora	Infostat	
Cámara fotográfica	Balanza electrónica		
	Calculadora		
	científica		
	Estufa		

---

## **2.5. Métodos, técnicas e instrumentos.**

### **2.5.1. Diseño experimental:**

#### **2.5.1.1. Declarar el factor a estudiar**

Tratamientos pre-germinativos

#### **2.5.1.2. Declarar los niveles de cada factor**

- Testigo.
- Escarificación mecánica (raspar la cubierta de las semillas con lima, hasta visualizar la ruptura de la testa)
- Escarificación química (introduciendo la semilla en giberelina durante 15min)
- Escarificación térmica (agua caliente durante 30min hasta 100°C)

#### **2.5.1.3. Diseño experimental.**

El diseño experimental empleado es Diseño Irrestricto al Azar (DIA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. (tabla 2).

**Tabla 2.***Diseño Irrestricto al Azar (DIA)*

Variable	Cantidad
No de tratamientos	4
No de repeticiones	4
No de unidades experimentales	16
No de semillas por unidad experimental	100
No de semillas por tratamiento	400
No total de semillas	1600

**2.5.1.4. Modelo estadístico del experimento.**

El modelo estadístico para la presente investigación es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

En donde:

$Y_{ij}$  Variable respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental

$\mu$  Efecto de la media general

$t_i$  Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  Efecto del error experimental asociado a la  $i$ -ésima unidad experimental

### 2.1.5. *Diseño de las matrices para el registro de los datos primarios*

**Tabla 3.**

*Diseño de las matrices para el registro de los datos primarios*

Número de días	Semillas geminadas
1.....60 días	23

## 2.6. **Instalación del experimento.**

### 2.6.1. *Selección del árbol importante.*

Según Aguirre y Fassbender (2012), la selección y manejo de árboles semilleros requiere consideraciones básicas para garantizar la propagación de plantas de manera efectiva. Se define un árbol semillero como aquel seleccionado específicamente para cosechar semillas con fines de propagación, y se detallan los métodos de selección, como el método de árboles por comparación y el método de valoración individual. Además, se presentan los criterios a considerar durante el proceso de selección y se describen los pasos a seguir para llevar a cabo la selección de los árboles semilleros. El boletín también incluye un glosario de términos relacionados con el tema

### 2.6.2. *Recolección de semillas.*

La recolección de semillas en el momento preciso es esencial para garantizar su viabilidad y potencial de germinación. Como señalan Aguirre y Fassbender (2012), la observación de los ciclos fenológicos permite identificar el periodo óptimo de cosecha para cada especie. Los frutos deben ser recolectados cuando alcancen la madurez fisiológica, reconocible por cambios en la coloración, textura, apertura espontánea y caída natural. Recolectar prematuramente implica menor viabilidad, mientras que demorar la cosecha ocasiona dehiscencia de frutos y pérdida de semillas (Aguirre & Fassbender, 2012). Por ello, el registro fenológico es una herramienta útil para determinar la época

de máximo desarrollo de los frutos con semillas viables en cada especie. La recolección en este punto crítico asegura la obtención de material reproductivo de alta calidad genética, esencial para el éxito de los programas de propagación y plantaciones forestales.

### **2.6.3. Extracción y secado de las semillas.**

La extracción y el secado de semillas después de la cosecha son pasos críticos para obtener semillas de alta calidad. De acuerdo con Gómez, Posada & Bustamante (2004), "la extracción de la semilla debe hacerse inmediatamente después de cosechados los frutos, con el fin de evitar problemas fitosanitarios que afectan su poder germinativo" (p.270). Una vez extraídas, las semillas deben secarse lo antes posible para reducir la humedad a niveles seguros para el almacenamiento. (Gómez y otros, 2004) recomiendan secar las semillas lentamente para prevenir daños físicos y fisiológicos. El secado reduce el peso y volumen de las semillas, facilitando su manejo y transporte. Además, la remoción de sustancias inhibidoras y patógenos presentes en la pulpa fresca mejora la germinación y el vigor de las semillas (Gómez y otros, 2004).

### **2.6.4. Normas ISTA.**

Según las Normas Internacionales para Ensayos de Semillas de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA, 2016), es importante contar con normas estandarizadas para los análisis y ensayos de semillas ya que permiten:

"Obtener resultados confiables y repetibles entre laboratorios, lo que facilita el comercio internacional de semillas al dar garantías sobre su calidad a compradores y vendedores" (ISTA, 2016, p. 1).

Las normas establecen métodos específicos para muestreo, preparación de muestras, determinación de pureza, germinación, contenido de humedad, sanidad de semillas, entre otros.

Esto asegura que los resultados sean comparables entre distintos lotes y proveedores a nivel global. Además, las normas son actualizadas periódicamente para incorporar nuevas técnicas y conocimientos, garantizando la utilización de metodologías vigentes y validadas internacionalmente.

#### **2.6.5. Contenido de humedad**

De acuerdo con Ceballos y López (2007), la determinación del contenido de humedad de las semillas forestales antes y durante su almacenamiento es una práctica fundamental que permite establecer las condiciones óptimas para su conservación por periodos prolongados. Al clasificar las semillas en grupos con rangos similares de humedad y empacarlas en condiciones controladas, se previenen fluctuaciones severas que puedan causar daños por exceso o déficit hídrico. Un contenido adecuado de humedad, inferior al 11%, reduce el riesgo de proliferación de hongos e insectos. Además, facilita la selección del tipo de empaque, el monitoreo de cambios y la implementación de medidas correctivas. (Ceballos & López, 2007)

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{peso inicial} - \text{peso seco}}{\text{peso inicial}} * 100$$

(ISTA, 2016)

#### **2.6.6. Pureza de la semilla**

De acuerdo con lo que detallan Ceballos y López (2007). Al cuantificar la proporción de semillas puras y eliminar impurezas como restos de frutos, material inerte y semillas de otras especies, se reduce la presencia de agente patógeno de hongos y bacterias, se estandarizan los lotes y se facilita el control de calidad. Además, la remoción de elementos extraños mejora la efectividad de los tratamientos desinfectantes aplicados antes del almacenamiento (Ceballos & López, 2007)

$$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{peso de semillas pura}}{\text{peso de semillas originales}} * 100$$

(ISTA, 2016)

### **2.6.7. Peso**

Al conocer la cantidad de semillas existentes en un kilogramo se facilita el cálculo de densidades de siembra, el balanceo de fórmulas en mezclas y la estimación de volúmenes. Además, el peso es un criterio útil para la selección, limpieza y estandarización de alta calidad previo al almacenamiento. En definitiva, establecer esta variable permite planificar de forma más eficiente el uso de las semillas en labores de propagación y prever requerimientos para su adecuada conservación (Ceballos & López, 2007).

### **2.6.8. Porcentaje de germinación**

Calcular la tasa de germinación es importante porque proporciona información importante sobre la viabilidad de la semilla y su capacidad para convertirse en planta. Este cálculo nos permite comprender cuántas semillas de un lote determinado tienen potencial para germinar y convertirse en plantas, lo cual es crucial para la planificación de la siembra y la producción de cultivos (Ceballos & López, 2007). La tasa de germinación es un indicador clave de la calidad de las semillas y su capacidad para producir plantas sanas, lo cual es vital para la agricultura y la jardinería.

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{número de semillas germinadas}}{\text{número de semillas sembradas}} * 100$$

(ISTA, 2016)

### **2.6.9. Índice de velocidad de emergencia (IVE)**

El índice de velocidad de emergencia se utiliza para evaluar la velocidad y uniformidad de la germinación y emergencia de las semillas. El índice proporciona información sobre la calidad y viabilidad de las semillas y su capacidad para germinar en condiciones específicas de almacenamiento y manipulación (Ceballos & López, 2007). Este permite comprender la eficiencia y eficacia de los tratamientos de preemergencia utilizados, lo cual es crucial para la producción de cultivos y la planificación de la siembra.

$$IVE = \sum_{i=1}^n \frac{X_i}{N_i} \text{ (Gonzales \& Orozco, 1996)}$$

### **2.6.10. Vigor germinativo**

El vigor de la germinación es un indicador clave de la calidad de las semillas y su capacidad para producir plantas sanas (Ceballos & López, 2007).

El potencial de germinación es una medida complementaria a las pruebas de viabilidad y nos permite identificar con relativa rapidez el potencial de germinación que puede contener un lote de semillas.

$$VG = VM * GDM$$

(Gómez Restrepo, 2004)

### **2.6.11. Tiempo medio de germinación**

El tiempo promedio de germinación es un indicador que muestra la duración promedio que las semillas tardan en germinar. Se obtiene al sumar los días que cada semilla necesita para germinar y dividir el total entre el número de semillas que han germinado (Ceballos & López,

2007). Esta medida resulta fundamental para evaluar la velocidad de germinación de las semillas y puede brindar datos valiosos acerca de la calidad y viabilidad de estas.

$$TGM = (T_1N_1 + T_2N_2 \dots T_nN_n)/N \text{ (Gómez Restrepo, 2004)}$$

#### ***2.6.12. Índice velocidad de germinación (IVG)***

Medida que evaluará la rapidez y uniformidad con la que las semillas germinarán. Se determinará mediante la fórmula propuesta por Czabator, donde se evaluará la rapidez y uniformidad con la que las semillas germinarán.

$$IVG = \sum \frac{n_i}{t}$$

(Gonzales & Orozco, 1996)

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis de semillas

##### 3.1.1. Pureza

El análisis de pureza de las semillas de *Cupania cinerea* Poepp reveló un porcentaje del 60,14%, como se muestra en la Tabla 4. Este resultado contrasta significativamente con el 99,8% reportado por Schmidt et al. (2014) para *Cupania americana*, utilizando el método de análisis de pureza del banco de semillas del Ministerio de Medio Ambiente de República Dominicana. Aponte y Sanmartin (2011) también encontraron un valor del 81,23% para *Cupania americana*, destacando la presencia de un arilo carnoso en las semillas, el cual fue retirado en el laboratorio para determinar el peso de las semillas puras. La similitud en características entre *Cupania cinerea* y *Cupania americana*, como la presencia del arilo carnoso, subraya la importancia de evaluar la pureza, ya que la existencia de semillas dañadas o fisiológicamente inmaduras puede afectar negativamente la tasa de germinación.

##### 3.1.2. Contenido de humedad.

El contenido promedio de humedad para *Cupania cinerea* Poepp fue del 35%, como se presenta en la Tabla 4. Este hallazgo es comparable a los resultados obtenidos por Montejo et al. (2011), quienes reportaron un contenido del  $39,6 \pm 0,96\%$  en semillas de *Cupania americana*. Esta cifra se encuentra por encima de los parámetros establecidos para semillas ortodoxas, sugiriendo que *Cupania cinerea* podría clasificarse como una especie con semillas recalcitrantes. Francis (1991) reportó un contenido del 46,6% en *Cupania americana*, lo que indica variabilidad entre especies que puede atribuirse a factores bióticos y abióticos del entorno donde se desarrollan las plantas madre. En este estudio, las semillas fueron expuestas a una temperatura de 103°C durante

17 horas; esta exposición no afectó significativamente el contenido de humedad, corroborando su posible condición recalcitrante.

### **3.1.3. Peso por kilogramo**

El número promedio de semillas por kilogramo para *Cupania cinerea* fue determinado en 2208, como se detalla en la tabla 4. Un estudio pionero realizado por Zavaleta et al. (2003) encontró que las semillas de *Cupania dentata* tienen un peso promedio de  $4,5 \pm 0,87$  gramos, lo cual es consistente con los resultados obtenidos en este análisis donde el pesaje de cien semillas mostró resultados concordantes. Gonzaga et al. (2012) reportaron valores entre 35,7 g y 39,8 g para *Cupania americana* en muestras independientes, sugiriendo que estas especies presentan características similares en cuanto a tamaño y testa. A partir de los hallazgos obtenidos, se observa que las semillas de *Cupania dentata*, *Cupania americana* y *Cupania cinerea* comparten un rango promedio de peso similar, con valores que oscilan entre 4,5 g y 39,8 g. Esta similitud en el peso sugiere que estas especies podrían tener adaptaciones evolutivas comunes, lo cual es consistente con estudios previos que han documentado características morfológicas y fisiológicas similares entre ellas (Zavaleta et al., 2003; Gonzaga et al., 2012). Por ejemplo, la presencia de un arilo carnoso en las semillas de estas especies podría indicar una estrategia adaptativa compartida que favorece su dispersión y establecimiento en hábitats similares.

Además, la variabilidad observada en el peso de las semillas puede estar relacionada con factores ecológicos y filogenéticos que merecen ser investigados más a fondo. Se recomienda realizar estudios adicionales que aborden no solo el peso de las semillas, sino también otros aspectos morfológicos y fisiológicos, como el contenido de humedad y la pureza de las semillas. Estas investigaciones podrían contribuir a una comprensión más profunda de la ecología y

evolución del género *Cupania*, así como su potencial para programas de conservación y reforestación.

**Tabla 4.**

*Características del análisis de las semillas de la especie Cupania cinerea Poepp*

Fotografía	Especie	Análisis de semilla			
		Porcentaje Pureza	Contenido de humedad	Peso por kilogramo	Número de semillas por kilogramo
	<i>Cupania cinerea</i> Poepp	60.14%	35%	452.88 Kg	2208

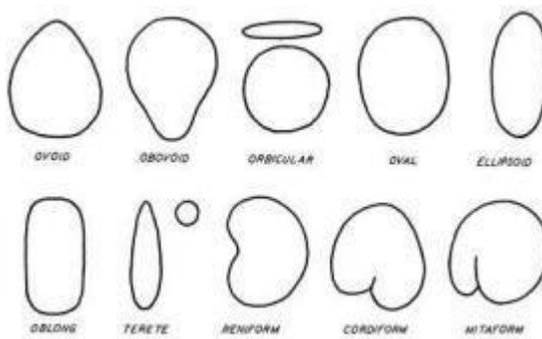
### 3.2. Descripción morfométrica de la semilla *Cupania cinerea* Poepp

#### 3.2.1. Tamaño

En la tabla 5 se observa que el tamaño promedio para *Cupania cinerea* Poepp es de 108,94 mm. Comparando con los datos reportados por Montejo et al. (2011), donde *Cupania americana* presenta medidas promedio de 8,74 mm y 8,03 mm en largo y ancho respectivamente, se evidencia una diferencia notable en tamaño entre estas especies. Zavaleta et al. (2003) también documentaron dimensiones promedio para *Cupania dentata*, siendo estas de  $9,80 \pm 0,49$  mm en largo y  $7,20 \pm 0,50$  mm en ancho. Las similitudes observadas en cuanto a la testa y el arilo sugieren que el rango de tamaño puede generalizarse para la mayoría de las especies dentro de esta familia; sin embargo, es importante considerar que las condiciones ambientales pueden influir en la fisiología y características morfométricas de las semillas.

### 3.2.2. Forma

La forma de las semillas de *Cupania cinerea* es ovalada, tal como se indica en la tabla 5 según la clasificación propuesta por Murley. En contraste, las semillas de *Cupania americana* son descritas como ampliamente ovadas o circulares por Montejo et al. (2011). Zavaleta et al. (2003) mencionan que las semillas maduras de *Cupania dentata* tienen forma ovoide. La percepción sobre la forma puede variar; sin embargo, es importante destacar que esta variabilidad no afecta su clasificación taxonómica. (figura 2).



**Figura 2.** Forma de la semilla (Murley, 1951)

### 3.2.3. Color

El color de la semilla de la especie *Cupania cinerea* Poepp se determinó a través del uso de la tabla de Munsell, en donde el resultado fue el siguiente: Color café negruzco con el código fue Hue 2.5 YR (4/2). La tonalidad expuesta se representa en la tabla 5.

La cubierta seminal de *Cupania dentata*, según Zavaleta et al. (2003), es de color marrón oscuro, identificado como N99 A90 M80 en las tablas de color de Küppers. Francis (1991), en el momento en que visualizó las semillas, expone que son de color negro brillante, refiriéndose a las semillas de *Cupania americana*. El cambio de color de café oscuro a negro brillante puede deberse al estado de madurez en el que se encontró el material genético.

### 3.2.4. Textura

La semilla de *Cupania cinerea* posee una textura lisa y uniforme, Montejo et al. (2011) presentan la misma perspectiva una textura lisa.

**Tabla 5.**

*Descripción morfométrica de la especie Cupania cinerea Poepp.*

Descripción morfométrica							
Fotografía	Especie	Datos evaluados			Color	Código	Textura
		Largo (mm)	Ancho (mm)	Tamaño (mm)			
	<i>Cupania cinerea</i> Poepp	11.58	9.4	108.94	Café negruzco	Hue 2.5 YR (4/2)	Lisa

### 3.3. Germinación de semilla

#### 3.3.1. Porcentaje de germinación.

En la tabla 6 se puede observar el poder germinativo de los diferentes tratamientos en la investigación, siendo el T1 (escarificación mecánica) que obtuvo el 2.5% de germinación en 60 días. Con diez semillas germinadas de 400 semillas sembradas. Mientras que el T3 (escarificación química) presenta resultados de 0.25%, teniendo en cuenta que solo germinó una semilla de las cuatrocientas semillas sembradas. El porcentaje total de las semillas germinadas da como resultado 0.01 % de las 1600 semillas sembradas.

**Tabla 6.**

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

Tratamiento y repetición	%Poder Germinativo
T1R1	0
T1R2	5
T1R3	5
T1R4	0
T2R1	2
T2R2	2
T2R3	1
T2R4	1
T3R1	0
T3R2	1
T3R3	0
T3R4	0
T4R1	2
T4R2	3
T4R3	1
T4R4	0
Suma	23

Los planteamientos de Gómez et al. (2013) y Francis (1991) sugieren que las semillas de *Cupania cinerea* Poepp y *Cupania americana* L. no requieren tratamientos pre-germinativos para alcanzar tasas óptimas de germinación. Según Gómez et al., las semillas pueden alcanzar porcentajes de germinación del 67% y 54% en condiciones de luz, y hasta un 84% en oscuridad, lo que indica que el tipo de sustrato y las condiciones lumínicas son factores críticos para el éxito germinativo. Por su parte, Francis menciona que las semillas de *Cupania americana* solo requieren un sustrato húmedo para facilitar la germinación.

Sin embargo, en este estudio, se realizaron tratamientos pre-germinativos con la intención de maximizar la tasa de germinación, dado que se observó una baja germinación en las semillas recolectadas en dos ocasiones distintas. Las condiciones específicas del material genético

recolectado, como su madurez y el cumplimiento de estándares adecuados de almacenamiento, son cruciales para el éxito del proceso germinativo. La falta de germinación en algunos casos puede atribuirse a factores como plagas o enfermedades presentes en las semillas, o a condiciones subóptimas durante el almacenamiento.

Aunque los autores mencionan que los tratamientos pre-germinativos no son necesarios, es importante considerar que la variabilidad en los resultados puede depender de otros factores ambientales y fisiológicos que no se abordaron en sus estudios. Por lo tanto, aunque los tratamientos pre-germinativos pueden no ser imprescindibles en todos los casos, su aplicación podría ser beneficiosa en situaciones donde se busca mejorar la tasa de germinación bajo condiciones específicas.

a. Prueba paramétrica de normalidad.

Mediante la prueba de Shapiro-Wilks para comprobar el supuesto de normalidad y de homocedasticidad, se obtuvo que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en la tabla 7, en la cual se obtuvo un p-valor menor a 0,05 no hay distribución normal ni homocedasticidad, por el escaso número de semillas germinadas, al no existir normalidad no se aplica el diseño experimental ANOVA, se aplicó Kruskal Wallis.

**Tabla 7.**

*Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del poder germinativo de la especie Cupania cinerea Poepp.*

<b>Shapiro-Wilks</b>					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
PG	16	1,44	1,67	0,78	0,0008

### b. ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis como se observa en la tabla 8; se evidenció a los 60 días el p-valor alcanzado es mayor a 0,05 de probabilidad estadística, razón por lo que se acepta la hipótesis nula. Entonces todos los tratamientos son iguales no hay diferencia significativa.

**Tabla 8.**

*Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis de la energía germinativa de la especie Cupania cinerea Poepp.*

<b>Prueba de Kruskal Wallis</b>							
Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
PG	T1	4	2,50	2,89	2,50	3,38	0,3027
PG	T2	4	1,50	0,58	1,50		
PG	T3	4	0,25	0,50	0,00		
PG	T4	4	1,50	1,29	1,50		

### 3.3.2. Índice de velocidad de emergencia.

El índice de velocidad de emergencia (IVE) de los diferentes tratamientos establecidos en esta investigación se evaluó, destacando que el tratamiento T2 (escarificación térmica) presentó un índice de 0,02. Este valor refleja la velocidad y uniformidad de la germinación observada en las semillas tratadas. Es importante señalar que el IVE involucra dos variables: la velocidad de germinación y la uniformidad en el tiempo que tardan las semillas en emerger. (tabla 9)

**Tabla 9.**

*Evaluación de la velocidad de emergencia de cada tratamiento y repetición.*

Tratamiento y repetición	IVE
T1R1	0
T1R2	0.03
T1R3	0.03
T1R4	0
T2R1	0.02
T2R2	0.03
T2R3	0.02
T2R4	0.03
T3R1	0
T3R2	0.02
T3R3	0
T3R4	0
T4R1	0.02
T4R2	0.02
T4R3	0.02
T4R4	0

a. Prueba paramétrica de normalidad.

Mediante la prueba de Shapiro-Wilks para comprobar el supuesto de normalidad y de homocedasticidad, se obtuvo que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en la tabla 10, en la cual se obtuvo un p-valor menor a 0,05 no hay distribución normal ni homocedasticidad, por el escaso número de semillas germinadas, al no existir normalidad no se aplica el diseño experimental ANOVA, se aplicó Kruskal Wallis.

**Tabla 10.**

*Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del índice de velocidad de emergencia de la especie Cupania cinerea Poepp.*

<b>Shapiro-Wilks</b>					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
IVE	16	0,02	0,01	0,80	0,0023

b. ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis como se observa en la tabla 11; se evidencio a los 60 días el p-valor alcanzado es mayor a 0,05 de probabilidad estadística, razón por la que se acepta la hipótesis nula. Entonces todos los tratamientos son iguales no hay diferencia significativa.

**Tabla 11.**

*Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del índice de velocidad de emergencia de la especie Cupania cinerea Poepp.*

<b>Prueba de Kruskal Wallis</b>							
Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
IVE	T1	4	0,02	0,02	0,02	5,48	0,1224
IVE	T2	4	0,02	0,01	0,02		
IVE	T3	4	4,4E-03	0,01	0,00		
IVE	T4	4	0,01	0,01	0,02		

La germinación de *Cupania americana* L. es un proceso lento, iniciando alrededor de los 20 días, incluso tras aplicar un tratamiento pre-germinativo de escarificación y ocho días de imbibición en agua. Esta lentitud se debe a la dureza de su testa, lo que limita la capacidad de las semillas para absorber agua y activar el proceso germinativo. El porcentaje promedio de

germinación observado fue del 13,6%, lo que sugiere que las semillas empleadas podrían estar afectadas por plagas o enfermedades, tal como lo indica Gonzaga et al. (2012).

En contraste, *Cupania cinerea* Poepp. presenta una germinación más rápida cuando se siembra en arena, se mantiene en un lugar sombreado y se conserva el sustrato con humedad a capacidad de campo. Bajo estas condiciones óptimas, las semillas alcanzan porcentajes de germinación que varían entre el 68% y el 90%. Este proceso inicia aproximadamente 42 días después de la siembra y se completa 3,5 semanas más tarde (Gómez et al., 2013). La germinación en esta especie se clasifica como hipogea, lo que implica que el crecimiento inicial ocurre debajo del suelo.

A pesar de las diferencias observadas en los porcentajes de germinación entre ambas especies, es importante considerar factores como la calidad del material genético recolectado y las condiciones ambientales durante el almacenamiento y la siembra. En este estudio, se observó una baja velocidad media de germinación para *Cupania cinerea* Poepp, con un índice del 0,02 %. Al comparar estos resultados con los de Gonzaga et al. (2012), se considera que la presencia de plagas en las semillas y su posible falta de madurez al momento del ensayo podrían ser factores que limitaron la tasa de germinación.

#### **3.3.4. Vigor germinativo**

En la tabla 12 se puede observar el vigor germinativo de los diferentes tratamientos establecidos en la investigación, siendo el T1 (escarificación mecánica) que obtuvo el 0,004 de germinación a los 60 días. Con diez semillas germinadas de 400 semillas sembradas. Mientras que el tratamiento tres (escarificación química) presenta resultados muy bajos de germinación de las cuatro repeticiones solo una obtuvo resultados de 0,0003, esto hace referencia a la capacidad de las semillas para germinar y producir plántulas de calidad.

**Tabla 12.**

*Evaluación de la velocidad de emergencia de cada tratamiento y repetición.*

Tratamiento y repetición	VG
T1R1	0
T1R2	0.004
T1R3	0.003
T1R4	0
T2R1	0.001
T2R2	0.001
T2R3	0
T2R4	0.001
T3R1	0
T3R2	0.0003
T3R3	0
T3R4	0
T4R1	0.001
T4R2	0.001
T4R3	0.0003
T4R4	0

a. Prueba paramétrica de normalidad.

Mediante la prueba de Shapiro-Wilks para comprobar el supuesto de normalidad y de homocedasticidad, se obtuvo que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en la tabla 13, los datos a los 60 días cumplen con una distribución no normal, en la cual se obtuvo un p-valor menor a 0,05 no hay distribución normal ni homocedasticidad, por el escaso número de semillas germinadas, al no existir normalidad no se aplica el diseño experimental ANOVA, se aplicó Kruskal Wallis.

**Tabla 13.**

*Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del vigor germinativo de la especie Cupania cinerea Poepp.*

<b>Shapiro-Wilks</b>					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
vg	16	7,6E-04	1,1E-03	0,72	<0,0001

El vigor germinativo de *Cupania cinerea* Poepp. en este estudio fue del 4,35%, un valor que podría ser mejorado mediante la optimización de las condiciones del ensayo, el empleo de un método de siembra adecuado y el control de patógenos. La evaluación del vigor germinativo es una herramienta esencial para garantizar la calidad de las semillas y la obtención de plantas sanas y vigorosas.

b. ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis como se observa en la tabla 14; se evidencio a los 60 días el p-valor alcanzado es mayor a 0,05 de probabilidad estadística, razón por la que se acepta la hipótesis nula. Entonces todos los tratamientos son iguales no hay diferencia significativa.

**Prueba de Kruskal Wallis**

**Tabla 14.**

*Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del vigor germinativo de la especie Cupania cinerea Poepp.*

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
VG	T1	4	1,6E-03	1,9E-03	1,4E-03	4,35	0,2046
VG	T2	4	7,9E-04	3,2E-04	9,0E-04		
VG	T3	4	7,7E-05	1,5E-04	0,00		
VG	T4	4	5,3E-04	4,7E-04	4,9E-04		

### 3.3.5. Tiempo medio de germinación

En la tabla 15 se puede observar el tiempo medio de germinación de los diferentes tratamientos establecidos en la investigación, siendo el T4 (testigo) que obtuvo el 57,5% de germinación, siendo estas las que más han tardado en germinar, mientras que el T1 empezó su germinación en el día número 29.

**Tabla 15.**

*Evaluación del tiempo medio de germinación de cada tratamiento y repetición.*

Tratamiento y repetición	TMG
T1R1	0
T1R2	38.6
T1R3	44.4
T1R4	0
T2R1	50
T2R2	45.5
T2R3	55
T2R4	31
T3R1	0
T3R2	57
T3R3	0
T3R4	0
T4R1	57.5
T4R2	52.3
T4R3	51
T4R4	0

a. Prueba paramétrica de normalidad.

Mediante la prueba de Shapiro-Wilks para comprobar el supuesto de normalidad y de homocedasticidad, se obtuvo que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en la tabla 16, en la cual se obtuvo un p-valor menor a 0,05 no hay distribución normal ni

homocedasticidad, por el escaso número de semillas germinadas, al no existir normalidad no se aplica el diseño experimental ANOVA, se aplicó Kruskal Wallis.

**Tabla 16.**

*Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del tiempo medio de germinación de la especie Cupania cinerea Poepp.*

<b>Shapiro-Wilks</b>					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
TMG	16	30,15	25,00	0,73	<0,0001

b. ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis como se observa en la tabla 17; se evidencio a los 60 días el p-valor alcanzado es mayor a 0,05 de probabilidad estadística, razón por la que se acepta la hipótesis nula. Entonces todos los tratamientos son iguales no hay diferencia significativa.

**Prueba de Kruskal Wallis**

**Tabla 17.**

*Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del tiempo medio de germinación de la especie Cupania cinerea Poepp.*

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
TMG	T1	4	20,75	24,08	19,30	3,82	0,2583
TMG	T2	4	45,38	10,34	47,75		
TMG	T3	4	14,25	28,50	0,00		
TMG	T4	4	40,21	26,95	51,67		

En el estudio realizado sobre la especie *Cupania cinerea* Poepp., se determinó un tiempo promedio de germinación que se inicia a partir del día 30,15. Este dato aporta información relevante sobre el comportamiento germinativo de esta especie y puede ser utilizado para optimizar procesos de siembra y propagación.

### 3.3.6. Índice de velocidad de germinación.

En la tabla 18 se puede observar el índice de velocidad de germinación de los diferentes tratamientos establecidos en la investigación, siendo el T1 (escarificación mecánica) que obtuvo el 2,22% de germinación a los 60 días. Con diez semillas germinadas de 400 semillas sembradas. Mientras que el tratamiento dos (escarificación térmica) presenta resultados muy bajos de 0,31%, esto hace referencia a la capacidad de rapidez y uniformidad con la que las semillas germinaran.

**Tabla 18.**

*Evaluación de la velocidad de germinación de cada tratamiento y repetición.*

Tratamiento y repetición	IVG
T1R1	0
T1R2	1.93
T1R3	2.22
T1R4	0
T2R1	1
T2R2	0.91
T2R3	0.55
T2R4	0.31
T3R1	0
T3R2	0.57
T3R3	0
T3R4	0
T4R1	1.15
T4R2	1.57
T4R3	0.51
T4R4	0

a. Prueba paramétrica de normalidad.

Mediante la prueba de Shapiro-Wilks para comprobar el supuesto de normalidad y de homocedasticidad, se obtuvo que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en la tabla 19, en la cual se obtuvo un p-valor menor a 0,05 no hay distribución normal ni de homocedasticidad, por el escaso número de semillas germinadas, al no existir normalidad no se aplica el diseño experimental ANOVA, se aplicó Kruskal Wallis.

### Shapiro-Wilks

**Tabla 19.**

*Evaluación de la prueba de normalidad de Shapiro Wilks del tiempo medio de germinación de la especie Cupania cinerea Poepp.*

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
IG	16	0,67	0,73	0,83	0,0078

b. ANOVA no paramétrico Kruskal Wallis

Se procede a realizar el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal Wallis como se observa en la tabla 20; se evidencio a los 60 días el p-valor alcanzado es mayor a 0,05 de probabilidad estadística, razón por la que se acepta la hipótesis nula. Entonces todos los tratamientos son iguales no hay diferencia significativa.

### Prueba de Kruskal Wallis

**Tabla 20.**

*Evaluación de la prueba no paramétrica Kruskal Wallis del índice de velocidad de germinación de la especie Cupania cinerea Poepp.*

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
IVG	T1	4	1,04	1,20	0,97	2,69	0,4184
IVG	T2	4	0,69	0,32	0,73		
IVG	T3	4	0,14	0,29	0,00		
IVG	T4	4	0,81	0,69	0,83		

El IVG de 0,67 obtenido para *Cupania cinerea* sugiere una germinación relativamente lenta o des uniforme. Este dato puede ser útil para considerar factores que podrían estar afectando la velocidad o uniformidad de la germinación, como las condiciones ambientales, el método de siembra o la calidad de las semillas.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

La importancia de que la calidad de las semillas cumpla con las normas establecidas para la recolección de frutos debe hacerse en condiciones óptimas, esto se pudo lograr en la presente investigación, esto garantiza un proceso de germinación exitoso. Se enfatiza en la necesidad de asegurar que los frutos sean recolectados en el momento adecuado y en las condiciones apropiadas para preservar la viabilidad de las semillas y promover su germinación.

Los cuatro tratamientos pre germinativos utilizados no influyeron de manera significativa en el porcentaje de germinación, índice de velocidad de emergencia, vigor germinativo, tiempo medio de germinación e índice de velocidad de germinación de las semillas en 60 días, sin embargo, el tratamiento T4 (testigo) tuvo un mejor comportamiento.

#### 4.2. RECOMENDACIONES

Dados los resultados en la práctica del experimento de germinación de la especie *Cupania cinerea* Poepp se sugiere establecer el proyecto por más tiempo y bajo condiciones lumínicas.

Se recomienda no aplicar tratamientos pre germinativos y no almacenar por mucho tiempo el material vegetal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aponte, R., & Sanmartin, J. (2011). *Fenología y ensayos de germinación de diez especies forestales nativas, con potencial productivo maderable y no maderable del bosque protector el bosque de la parroquia san pedro de Vilcabamba, Loja.*[Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio digital UNL. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5345>
- Barone, J., Duarte, E., & Luna, C. (2016). Determinación de la eficacia de métodos de evaluación de calidad de semillas de especies forestales nativas de la Selva Atlántica. *Revista de Ciencias Forestales - Quebracho*, 24(2), 70-71. Retrieved 1 de octubre de 2024, from [https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-30262016000200070&lng=es&tlng=es](https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30262016000200070&lng=es&tlng=es).
- Berjak, P., & Pammenter, N. (s.f.). Manual de semillas de árboles tropicales. *RNGR*, 143-155. [https://doi.org/Recuperado el 10/07/2024 https://rngr.net/publications/manual-de-semillas-de-arboles-tropicales/parte-i/semillas-ortodoxas-y-recalcitrantes/at\\_download/file](https://doi.org/Recuperado%20el%2010/07/2024%20https://rngr.net/publications/manual-de-semillas-de-arboles-tropicales/parte-i/semillas-ortodoxas-y-recalcitrantes/at_download/file)
- Budburst. (10 de julio de 2024). *budburst*. <https://budburst.org/es/phenology>
- Ceballos, A., & López, J. (2007). Conservación de la calidad de semillas forestales nativas en almacenamiento. *Cenicafé*, 58(4), 265-292. Retrieved 15 de Marzo de 2024, from <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc058%2804%29265-292.pdf>
- Cué, J., Chagna, E., Palacios, W., & Carrión, M. (2020). Biodiversidad forestal en dos campus de la Universidad Técnica del Norte, Ecuador. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*(24), 28. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8232822.pdf>

- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 31(1), 00. Retrieved 10 de Julio de 2024, from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362010000100011&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362010000100011&lng=es&tlng=es).
- FAO. (2021). Guía técnica de buenas prácticas comunitarias para la selección de árboles semilleros y manipulación de semillas forestales. *FAO*, 1(1), 1-80. <https://doi.org/10.4060/cb3668es>
- Ffolliott, P., & Thames, J. (1983). Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de las semillas de *Prosopis* en América Latina. *FAO*, 1(1). <https://www.fao.org/4/q2180s/Q2180S00.htm#TOC>
- Flores, J., Ramírez, J., Gutiérrez, A., Flores, C., & Alemán, Y. (2015). Efecto de tratamientos pre-germinativos en la calidad de plantulas Guapinol (*Hymenaea courbaril*). *Nexo Revista Científica*, 28(2), 83-96. <https://doi.org/10.5377/nexo.v28i2.3478>
- Francis, J. (1991). *Cupania americana* L. *Cupania americana* L. *Guara*, 173. [https://rngr.net/publications/arboles-de-puerto-rico/cupania-americana/at\\_download/file](https://rngr.net/publications/arboles-de-puerto-rico/cupania-americana/at_download/file)
- Gómez Restrepo, M. (2004). Estimación de la capacidad germinativa y el vigor de las semillas de Diomate (*Astronium graveolens* Jacq.) sometidas a diferentes tratamientos y condiciones de almacenamiento. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 57(1), 15. Retrieved 06 de noviembre de 2023, from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179914072006>
- Gómez, L., Posada, Á., & Bustamante, G. (2004). Tecnología para el manejo poscosecha de semillas de plátano y banano en los sistemas de producción en Colombia. *Agronomía Colombiana*, XXII(2). <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/116/1/arc058%2804%29265-292.pdf>

- Gonzaga, L., M, M., & Eras, H. (2012). *Fenología, producción de hojarasca y ensayos de germinación de las principales especies nativas del bosque protector “el bosque” parroquia San Pedro de Vilcabamba, Loja*. Repositorio Digital - Universidad Nacional de Loja. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5339>
- Gonzales, L., & Orozco, A. (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 15-30. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17129/botsci.1484>
- Gruposacsa. (25 de noviembre de 2015). *Gruposacsa*. <https://www.gruposacsa.com.mx/que-es-latencia/>
- ISTA. (2016). Reglas Internacionales para el Análisis de las Semillas. IX, 192. Retrieved 06 de noviembre de 2023, from [https://vri.umayor.cl/images/ISTA\\_Rules\\_2016\\_Spanish.pdf](https://vri.umayor.cl/images/ISTA_Rules_2016_Spanish.pdf)
- Magnitskly, S., & Plaza, G. (2007). Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *Agronomía Colombiana*, 25(1), 96-103. <https://doi.org/Recuperado el: 10/07/2024> <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a11.pdf>
- Montejo, L., Sánchez, J., & Muñoz, B. (2011). *Características seminales de árboles de la familia Sapindaceae*. Acta Botánica Cubana 212. [https://www.researchgate.net/publication/280935795\\_Caracteristicas\\_seminales\\_de\\_arboles\\_de\\_la\\_familia\\_Sapindaceae\\_Seed\\_characteristic\\_of\\_trees\\_to\\_Sapindaceace\\_family](https://www.researchgate.net/publication/280935795_Caracteristicas_seminales_de_arboles_de_la_familia_Sapindaceae_Seed_characteristic_of_trees_to_Sapindaceace_family)
- Muñoz, H., Orozco, G., Coria, V., Muñoz, Y., & García, J. (2012). COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE SELECCIÓN DE ÁRBOLES SUPERIORES EN UNA ÁREA SEMILLERA DE *Abies religiosa* (H.B.K.) Schltdl. et Cham. EN MICHOACÁN,

- MÉXICO. *Foresta Veracruzana*, 14(1), 1-8.  
<https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49724122001>
- Orozco, A., Gamboa, A., Nicasio, S., & Sánchez, M. (2011). Efecto del precondicionamiento y el sustrato salino en la germinación y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays*) raza chalqueño. *Agrociencia*, 45(2), 195-205.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v45n2/v45n2a5.pdf>
- PDOT CANTON IBARRA. (2021). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Ibarra*.  
<https://www.ibarra.gob.ec/site/docs/lotaip2021/anexos/s/PDOT%202020-2040%20CANTON%20SAN%20MIGUEL%20DE%20IBARRA.pdf>
- PDOT EL CHICAL. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Actualización 2020 - 2023. El Chical*. <https://chical.gob.ec/carchi/wp-content/uploads/2020/06/PDOT-EL-CHICAL-2020-2023.pdf>
- Perez, R., & Condit, R. (Recuperado el 2024/07/10 de 2008). *Smithsonian Tropical Research Institute*. <https://panamabiota.org/stri/taxa/index.php?tid=63719&taxauthid=1&clid=0>
- Sánchez, A. (2023). *Evaluación de tratamientos pre germinativos usando diferentes sustratos sobre la germinación de tara (*Caesalpinea spinosa* (Mol.) Kuntz) bajo condiciones de campo y laboratorio*. Universidad Nacional de Loja, Loja.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/27397>
- Schmidt, B., Héctor, M., Hermógenes, L., & Geraldo, R. (2014). *Especies endémicas y nativas en el municipio de Restauración : recolección de semillas y manejo en viveros*. (P. ". Recursos,

- & D. G. GmbH., Productores) Retrieved 05 de Junio de 2024, from Biblioteca Virtual de Educación [bvearmb]: <https://bvearmb.do/handle/123456789/1667>
- Serrada, R. (2000). Apuntes de Repoblaciones Forestales. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. Fucovasa, Madrid. [https://pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/documentos/apuntes\\_de\\_repoblaciones\\_forestales.pdf](https://pfcyl.es/sites/default/files/biblioteca/documentos/apuntes_de_repoblaciones_forestales.pdf)
- Smith, M., Wang, B., & Msanga, H. (Recuperado el 20 de septiembre del 2024). Dormancia y Germinación. *Manual de semillas de árboles tropicales*, 5, 157-182. [https://doi.org/https://rngr.net/publications/manual-de-semillas-de-arboles-tropicales/parte-i/dormancia-y-germinacion/at\\_download/file](https://doi.org/https://rngr.net/publications/manual-de-semillas-de-arboles-tropicales/parte-i/dormancia-y-germinacion/at_download/file)
- Solano, K. (2020). TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS DE “Lagenaria siceraria (Molina) Standl”. *Tesis (Ing Agr), Universidad Estatal Península de Santa Elena*, 1(1), 80. <https://doi.org/https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5819/1/UPSE-TIA-2021-0021.pdf>
- Toro, A. (1974). Latencia o período de reposo de la semilla. *Recuperado de:*, 1-4. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12324/22046>
- USDA. (2014). Claves para la Taxonomía de Suelos. 400.
- Varela, S., & Arana, V. (junio de 2010). *Cuadernillo N°3*. [exa.unne.edu.ar: https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminaci%C3%B3ndesemillas.pdf](https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminaci%C3%B3ndesemillas.pdf)

- Viveros, H., Hernández, J., Velasco, M., Robles, R., Ruiz, C., Aparicio, A., . . . Hernández, M. (2015). Análisis de semilla, tratamientos pregerminativos de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. y su crecimiento inicial. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(30), 52-65. <https://doi.org/2007-1132>
- Willan, R. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. *FAO*, 20(2), Cap 7 . <https://doi.org/https://www.fao.org/4/ad232s/ad232s00.htm#TOC>
- Willis, C., Baskin, C., Baskin, J., Auld, J., Venable, L., Cavender, J., . . . Wilczek, A. (2014). The evolution of seed dormancy: Environmental cues, evolutionary hubs, and diversification of the seed plants. *New Phytologist*, 203(1), 300-309. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/nph.12782>
- Zavaleta, H., Hernández, M., Axayacatl, J., Cuevas, J., & Mark, E. (mayo de 2003). Anatomía de la semilla de *Cupania dentata* (Sapindaceae), con énfasis en la semilla madura. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie botánica*, 74(001), 17-29. [https://www.researchgate.net/publication/277041728\\_Anatomia\\_de\\_la\\_semilla\\_de\\_Cupania\\_dentata\\_Sapindaceae\\_con\\_énfasis\\_en\\_la\\_semilla\\_madura](https://www.researchgate.net/publication/277041728_Anatomia_de_la_semilla_de_Cupania_dentata_Sapindaceae_con_énfasis_en_la_semilla_madura)

## ANEXOS - FOTOGRAFIAS

	
Toma de puntos y coordenadas	Recolección de frutos
	
Almacenamiento de los frutos	Preparación del suelo en la granja experimental Yuyucocha.



Desinfección contra agentes dañinos.



Desprendimiento de arilo



Normas ISTA



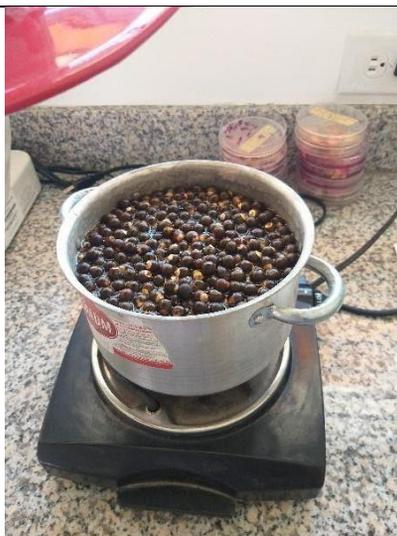
Tratamiento pre-germinativo  
escarificación física



Tratamiento pre-germinativo sumergirla en giberilina



Composición química, giberilina



Tratamiento pre-germinativo sumergir las semillas en agua hervida



Semillas listas para la siembra



Cambio de sitio de estudio, preparación de la tierra



Almacenamiento de las semillas



Semillas listas para la siembra



Desinfección del suelo



Germinación de la semilla



Germinación de la semilla



Germinación de la semilla