UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PARA ESTIMULAR LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS EN DOS ESPECIES FORESTALES MOLLE *(Schinus molle)* y ACACIA *(Acacia sp.)*, SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025."

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma

Autora:

Totasig Casillas Danitza Natalia

Tutora:

López Castillo Guadalupe de las Mercedes

LATACUNGA – ECUADOR Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Totasig Casillas Danitza Natalia, con cédula de ciudadanía No. 1754449153, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **"EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PARA ESTIMULAR LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS EN DOS ESPECIES FORESTALES MOLLE (*Schinus molle*) y ACACIA (*Acacia sp.*), SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025."** siendo la Ingeniera Mg. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 22 de julio del 2025

Danitza Natalia Totasig Casillas
C.C: 1754449153
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **TOTASIG CASILLAS DANITZA NATALIA** identificada con cédula de ciudadanía **1754449153** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra

parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **"EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PARA ESTIMULAR LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS EN DOS ESPECIES FORESTALES MOLLE *(Schinus molle)* y ACACIA *(Acacia sp.)*, SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025."**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Abril 2021 - Agosto 2021

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2025

Tutor: Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg.

Tema: **"EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PARA ESTIMULAR LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS EN DOS ESPECIES FORESTALES MOLLE *(Schinus molle)* y ACACIA *(Acacia sp.)*, SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025."**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
b) La publicación del trabajo de grado.

c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de julio del 2025.

Danitza Natalia Totasig Casillas

LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

"EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PARA ESTIMULAR LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS EN DOS ESPECIES FORESTALES MOLLE *(Schinus molle)* y ACACIA *(Acacia sp.)*, SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI, 2025.", de Totasig Casillas Danitza Natalia, de la carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 22 de julio del 2025

Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg.
C.C: 1801902907
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Totasig Casillas Danitza Natalia, con el título del Proyecto de Investigación: **"EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PARA ESTIMULAR LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS EN DOS ESPECIES FORESTALES MOLLE *(Schinus molle)* y ACACIA *(Acacia sp.)*, SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025."**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 22 de julio del 2025

Ing. David Carrera Molina, Mg.
C.C: 0502663180

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Carlos Torres Miño, PhD.
C.C: 0501604409

LECTOR 2 (MIEMBRO)

Ing. Giovana Parra Gallardo, Mg.
CC. 1802267037

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sentido agradecimiento en primer lugar a Dios por haberme dado salud y vida para culminar esta etapa de mi vida. Agradezco este logro a mis padres Luis Totasig y Vilma Casillas por ser mi pilar para cumplir mis metas y sueños, por su esfuerzo, consejos y amor que hoy pueden ver reflejado al terminar mi carrera profesional. A mis hermanos Sofia y Lionel por estar presentes y darme su apoyo y palabras de animos durante este proceso, su amor y confianza en mi me han impulsado a seguir adelante. A mi abuelita Esther Sillo quien ha sido una persona muy importante en mi vida que a sabido brindarme siempre su cariño y amor. A mis amigos Matias, Karen, Jenifer, Gabriela y Nayelli que durante todo este tiempo vivimos experiencias inolvidables que quedaran grabadas en nuestros recuerdos. Ademas quiero expresar mis más gratos agredicimientos a mi tutora Ing. Guadalupe López por su orientación y paciencia constante para desarrollar esta investigación. Se la debo a muchas personas, que no me alcanzaría está página para detallar sus nombres, cualidades y virtudes, en mi memoria siempre estará el beneficio que recibí de ustedes.

Danitza Natalia Totasig Casillas

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Luis Totasig y Vilma Casillas pues sin su apoyo no lo habría logrado, por su esfuerzo y sacrificios que han hecho para lograr alcanzar mis metas por haber estado en todo momento y haberme forjado como persona.

A mi hermana Sofia, por siempre sacarme una sonrisa y ser mi amiga incondicional , este trabajo es fruto de muchas madrugadas pero, también de tú precensia en cada momento recordándome que no camino sola. A mi hermano Lionel, gracias por creer en mi y ser mi compañía para llegar hasta aquí.

A mi abuelita Esther quien con su firme creencia en mis capacidades y por siempre escucharme, ha sido un pilar fundamental en mi desarrollo, no solo como estudiante, sino también como persona.

A mi fiel compañero inseparable, Myke (mi perito), mi compañero peludo de largas noches de estudio, quien me acompaño en cada etapa académica desde el colegio hasta la universidad, me mostro el amor verdadero, brindándome su compañía durante toda la preparación de mi carrera ahora somos Ingenieros Agrónomos

.

Danitza Natalia Totasig Casillas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "EVALUACIÓN DE TRES TRATAMIENTOS PARA ESTIMULAR LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS EN DOS ESPECIES FORESTALES MOLLE *(Schinus molle)* y ACACIA *(Acacia sp.)*, SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025."

Autora:
Totasig Casillas Danitza Natalia

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el invernadero del Centro Experimental Académico Salache de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en donde el presente informe de investigación tuvo el objetivo de evaluar tres tratamientos pre germinativos para romper la latencia en especies forestales Molle (*Schinus molle*) y Acacia (*Acacia sp.)* con la finalidad de estimular la germinación y romper el periodo de dormancia de estas especies debido a sus características físicas y fisiológicas que les impide su propagación natural en campo. Para lo cual, se utilizó semillas de molle y acacia aplicado con 4 tratamientos pre germinativos incluyendo el testigo. Con un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial de 2 x 4 x 3 repeticiones, y un Análisis de varianza ADEVA. Se realizó una prueba de Tukey al 5% para las variables con significancia estadística. Los tratamientos pre germinativos evaluados fueron Factor A especies: molle y acacia, Factor B tratamientos: escarificación con ácido sulfúrico al 98%, imbibición en agua hirviendo (punto de ebullición 100°C), escarificación mecánica (lijado) y tradicional (testigo agricultor). Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de germinación (PG); Tiempo promedio de germinación (TPG); Altura de planta (AP), costo por tratamiento (CT). Una vez realizado el análisis estadístico se pudo determinar que el mejor tratamiento pre germinativo fueron las semillas de acacia sometidas al método de escarificación con ácido sulfúrico al 98% (imbibición en el ácido). En la variable tiempo promedio de germinación el tratamiento con ácido sulfúrico con semillas de acacia presento el mayor número de semillas germinadas a los 15 días (50 semillas) comparando con el testigo fue a los 22 días (17 semillas). En cuanto a la variable altura se destacó las plántulas de molle sometidas a escarificación mecánica a los 27 días 6,45 cm y a los 57 días 8,44 cm, y a los 87 días con el tratamiento escarificación en ácido sulfúrico obtuvo un promedio 13,41 cm. El costo del tratamiento más económico fue el de escarificación mecánica que tuvo un presupuesto de 33,25$, además de ser económico es beneficioso y amigable para el medio ambiente. También es accesible y de fácil manejo sin ocasionar impactos negativos. Es decir que los factores evaluados si tuvieron diferencia estadística, para acelerar el proceso de desarrollo de 1 a 3 meses con una germinación del 92% por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Palabras clave: Escarificación, latencia, imbibición, pre germinación.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

NATURE RESOURCES AND AGRICULTURAL SCIENCES FACULTY

THEME: "EVALUATION OF THREE TREATMENTS TO STIMULATE SEED GERMINATION IN TWO FOREST SPECIES: MOLLE (Schinus molle) AND ACACIA (Acacia sp.), SALACHE, LATACUNGA, COTOPAXI 2025."

Author:

Totasig Casillas Danitza Natalia

ABSTRACT

The current research was done in the greenhouse of the Salache Academic Experimental Center of the Faculty of Agricultural Sciences and Natural Resources at the Technical University of Cotopaxi, where the main objective of this research was to evaluate three pre-germination treatments to break dormancy in the forest species Molle (Schinus molle) and Acacia (Acacia sp.) in order to stimulate germination and break the dormancy period of these species due to their physical and physiological features that prevent their natural propagation in the field. For this purpose, it was used molle and acacia seeds and subjected to four pre-germination treatments, including the control. it was used a completely randomized block design (CRBD) in a 2 x 4 x 3 factorial arrangement with three replicates, and an ADEVA analysis of variance was performed. A Tukey test at 5% was performed for variables with statistical significance. The pre-germination treatments evaluated were Factor A species: molle and acacia, Factor B treatments: scarification with 98% sulfuric acid, imbibition in boiling water (boiling point 100°C), mechanical scarification (sanding) and traditional (farmer control). The variables evaluated were: Germination percentage (GP); Average germination time (AGT); Plant height (PH), cost per treatment (CT). Once the statistical analysis was completed, it was determined that the best pre-germination treatment was acacia seeds subjected to scarification with 98% sulfuric acid (imbibition in the acid). In terms of average germination time, the sulfuric acid treatment with acacia seeds showed the highest number of germinated seeds at 15 days (50 seeds) compared to the control, which was at 22 days (17 seeds). About of the height, the molle seedlings subjected to mechanical scarification stood out at 6.45 cm at 27 days and 8.44 cm at 57 days, while those subjected to sulfuric acid scarification treatment reached an average of 13.41 cm at 87 days. The most economical treatment was mechanical scarification, which had a budget of $33.25. it is beneficial and environmentally friendly and also accessible and easy to use without causing negative impacts. In other words, the factors evaluated have been a statistical difference, accelerating the development process by 1 to 3 months with 92% germination, so the null hypothesis is rejected and the alternative hypothesis is accepted.

Keywords: Scarification, dormancy, imbibition, pre-germination.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA ii

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR iii

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR iv

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN v

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN vi

AGRADECIMIENTO vii

DEDICATORIA viii

RESÚMEN ix

ABSTRACT x

ÍNDICE DE CONTENIDO xi

ÍNDICE DE TABLAS xvi

ÍNDICE DE GRÁFICOS xix

1. INFORMACIÓN GENERAL.....1

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 3

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....5

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: 5

5. OBJETIVOS: 8

5.1. Objetivo General 8

5.2. Objetivos Específicos 8

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS 8

PLANTEADOS 8

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA 10

7.1. Molle Origen y Distribución 10

7.1.1. Taxonomía 10

7.1.2. Descripción Botánica 11

7.1.3. Sustrato 12

7.1.4. Composición de sustrato Rekyva 12

7.1.5. Riego 13

7.2. Formas de Utilización 13

7.2.1. Propiedades Medicinales 13

7.2.2. Aceites 13

7.2.3. Aromatizante 13

7.2.4. Colorante 13

7.2.5. Usos en reforestación 14

7.2.6. Condimentos 14

7.2.7. Abonos 14

7.2.8. Industrial 14
7.3. Acacia Origen y Distribución 15
7.3.1. Descripción Botánica 16
7.3.2. Sustrato 16
7.3.3. Composición de sustrato Rekyva 17
7.3.4. Riego 17
7.4. Formas de uso 17
7.4.1. Propiedades Medicinales 17
7.4.2. Industrial 18
7.4.3. Usos en Reforestación 18
7.4.4. Ornamental 18
7.4.5. Fungicidas 18
7.5. Germinación de semillas 19
7.5.1. Factores que afectan la germinación en las semillas 19
7.5.2. Humedad: 19
7.5.3. Temperatura: 20
7.5.4. Oxígeno: 20
7.5.5. Luz: 20
7.6. Plagas Enfermedades que afectan a la germinación de la semilla 20
7.6.1. Mosca de la semilla *(Delia platura)* 20
7.6.2. Enfermedades Fúngicas 21
7.6.3. Marchitamiento fúngico (Damping-off): 21
7.6.4. Cancro resinoso del pino (Fusarium circinatum) 21

7.7. Dormancia en semillas 22
7.7.1. Dormancia Estructural 22
7.7.2. Dormancia Fisiológica 22
7.8. Tratamientos para superar la dormancia 23
7.8.1. Estratificación fría 23
7.8.2. Estratificación cálida 23
7.8.3. Escarificación 23
7.8.4. Escarificacion Mecánica 24
7.8.5. Escarificación química 24
7.8.6. Escarificación Termica 24
8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS 24
8.1. Hipótesis: Nula 24
8.2. Hipótesis: Alternativa 25
8.3. Operacionalización de las variables 25
8.4. Indicadores a evaluar 25
8.4.1. Porcentaje de germinación 25
8.4.2. Tiempo de germinación 26
8.4.3. Altura de planta 26
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL 26
9.1. Tipo de investigación 26
9.1.1. Cuantitativa 26
9.1.2. Experimental 27

9.1.3. Modalidad básica de investigación 27
9.1.4. Campo 27
9.1.5. Bibliografía documental 27
9.2. Ubicación 28
9.3. Factores en estudio 29
9.4. Tratamientos 29
9.5. Diseño experimental 30
9.6. Metodología 31
9.6.1. Recolección de la semilla 31
9.6.2. Reconocimiento del lugar 31
9.6.3. Instalación de estructura de protección 32
9.6.4. Preparación de bandejas 32
9.7. Aplicación de tratamientos 33
9.7.1. Tratamiento Ácido Sulfúrico 33
9.7.2. Tratamiento mecánico (lija) 33
9.7.3. Tratamiento con agua hervida 33
9.7.4. Sin tratamiento 34
9.7.5. Siembra 34
9.7.6. Riego 34
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 34
10.1. Porcentaje de germinación 34
10.2. Tiempo promedio de germinación 39
10.3. Altura de planta a los 27 días 43

10.4. Altura de planta a los 57 días 45

10.5. Altura de planta a los 87 días 48

11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO 52

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 52

12.1. Conclusiones.....52

12.2. Recomendaciones 53

13. BIBLIOGRAFÍA 53

14. ANEXOS 64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades por objetivos 8

Tabla 2 Clasificación taxonómica molle 10

Tabla 3 Clasificación taxonómica de la acacia 15

Tabla 4 Operacionalización de las variables 25

Tabla 5 Ubicación del ensayo 28

Tabla 6 Tratamientos en estudios 29

Tabla 7 Esquema de Análisis de Varianza 30

Tabla 8 ADEVA para el porcentaje de germinación a los 30 días. 34

Tabla 9 Prueba de Tukey al 0,05% en el Factor A (especies) para el porcentaje de germinación a los 30 días. 35

Tabla 10 Tabla 10 Prueba de Tukey al 0,05% en el Factor B (tratamientos) porcentaje de germinación a los 30 días. 36

Tabla 11 Prueba de Tukey al 0,05% en los factores AxB (especies y tratamientos) de porcentaje de germinación a los 30 días. 37

Tabla 12 ADEVA para el Tiempo promedio de germinación a los 30 días. 39

Tabla 13 Prueba de Tukey al 0,05% en el Factor A (especies) para el porcentaje promedio de germinación a los 30 días. 39

Tabla 14 Prueba de Tukey al 0,05% en el Factor B (tratamientos) porcentaje promedio de germinación a los 30 días. 40

Tabla 15 Prueba de Tukey al 0,05% en el factor AxB (especies y tratamientos) porcentaje promedio de germinación a los 30 días. 41

Tabla 16 . ADEVA para la altura de plantas a los 27 días..... 43

Tabla 17 Prueba de Tukey al 0,05% en el factor A (especies) de altura a los 27 días. 43

Tabla 18 Prueba de Tukey al 0,05% en el Factor AxB (especies y tratamientos) altura de planta a los 27 días. 44

Tabla 19 ADEVA para la altura de plantas a los 57 días 45

Tabla 20 Prueba de Tukey al 0,05% para el Factor A (especies) de altura de planta a los 57 días. 46

Tabla 21 Prueba de Tukey al 0,05% del Factor AxB (especies y tratamientos) de altura de planta a los 57 días. 47

Tabla 22 ADEVA para la altura a los 87 días. 48

Tabla 23 Prueba de Tukey al 0,05% para el Factor A (especies) de altura a los 87 días. 49

Tabla 24 Prueba de Tukey al 0,05% para Factor AxB (especies y tratamientos) de altura de planta

a los 87días. 50

Tabla 25 Costos de tratamientos 52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Origen y Distribución del Molle..... 10

Figura 2 Distribución de la acacia 15

Figura 3 Ubicación geográfica del ensayo 28

Figura 4 Promedios de los tratamientos en la variable porcentaje de germinación. 38

Figura 5 Promedios para Tiempo promedio de germinación 42

Figura 6 Promedios para tratamientos en la variable altura de planta a los 27días 45

Figura 7 Promedios para tratamientos en la variable altura de planta a los 57 días 48

Figura 8 Promedios para tratamientos en la variable altura de planta a los 57 días 51

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Evaluación de tres tratamientos para estimular la germinación de semillas en dos especies forestales Molle (*Schinus molle)* y Acacia *(Acacia sp.),* Salache, Latacunga, Cotopaxi 2025.

Fecha de inicio:

Abril 2025

Fecha de finalización:

Junio 2025

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi (CEASA) - Salache - Cantón Latacunga - Provincia Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Ingeniería Agronómica

Proyecto de investigación que auspicia: Sustento Andino desarrolla procesos de capacitación dirigidos a agricultores locales, enfocados en técnicas de conservación y producción sostenible. Entre estas prácticas se destacan el uso de acacia como barreras vivas y su contribución

al aporte de nitrógeno al suelo, la implementación de caminos biológicos, y el empleo del molle como especie con potencial para el control de plagas y enfermedades.

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo Mg.

Lector1: Ing. David Santiago Carrera Molina, Mg.

Lector2: Ing. Carlos Javier Torres Miño, Phd.

Lector 3: Ing. Giovanna Paulina Parra Gallardo, Mg.

Coordinadora del Proyecto:

Nombre/s: Danitza Natalia Totasig Casillas

Teléfonos: 0967631127

Correo electrónico: danitza.totasig9153@utc.edu.ec **Área**

de Conocimiento:

Agricultura

Línea de investigación:

Línea 2: Procesos tecnológicos, bioquímica, biomateriales, desarrollo y seguridad alimentaria.

Línea de vinculación de la carrera:

Tecnologías para la agricultura

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En Ecuador, las especies Molle (*Schinus molle*) y Acacia (*Acacia sp.*) tienen una importancia significativa tanto para la economía como para el equilibrio ambiental. Estas plantas son utilizadas no solo en la industria forestal por su madera de alta calidad, sino también en la jardinería ornamental, contribuyendo al arbolado urbano y la calidad paisajística (Cofrep, 2023); (FAO, 1992); (Merino, 2023). Particularmente, el Molle es un árbol maderable apto para climas secos y posee la capacidad de fijar nitrógeno, lo que favorece la fertilidad del suelo y contribuye a la biodiversidad local. Su madera es ampliamente utilizada en la fabricación de muebles y construcción rural, además de tener usos medicinales valiosos para las comunidades (MAE, 2012). Por otro lado, la *Acacia melanoxylon*, y otras especies de Acacia, se cultivan en Ecuador principalmente con fines agroforestales y de restauración ecológica, mejorando la calidad del suelo y el crecimiento de otras plantas (Chancusig, 2022).

El sector forestal en Ecuador ha experimentado un notable crecimiento, contribuyendo aproximadamente con el 17% al Producto Interno Bruto manufacturero y proyectando un aumento en las exportaciones (MPCEIP, 2024). Este crecimiento demanda un manejo eficiente y sostenible de especies maderables, entre las que destacan *Schinus molle* y *Acacia melanoxylon*, fundamentales para diversos sectores industriales y comerciales. El Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG, 2020) promueve programas de incentivos para el establecimiento de estas especies de rápido crecimiento y alta calidad maderera, lo que subraya su potencial para generar empleo y optimizar la producción de madera en zonas rurales.

Estas plantas poseen importancia económica y, además, son comúnmente utilizadas con propósitos decorativos en áreas urbanas, como parques y calles principales, gracias a su durabilidad y el atractivo visual que brindan sus hojas y flores. La Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (Epmmop) de Quito produce anualmente alrededor de 12.000 árboles **y** 800.000 plantas ornamentales en sus viveros municipales.

En ciudades como Quito en un estudio realizado por la FAO sobre el ecosistema forestal urbano, se identificó la presencia de Acacia melanoxylon en el 31.3% de los parterres de la red vial de la ciudad. Esta especie se encuentra en el grupo de especies exóticas presentes en la zona urbana, junto con otras como Acacia dealbata y Pinus radiata. Este uso de especies como la Acacia melanoxylon en espacios urbanos refleja su valor ornamental. La relevancia práctica de este proyecto es crucial al abordar directamente en el problema de la propagación de Molle y Acacia; la dormancia de sus semillas, como se detalla en la problemática, la dormancia física (presente en Acacias) o fisiológica (común en el 75% de las familias botánicas, incluyendo árboles, (Baskin & Baskin, 2014) resulta en tasas de germinación muy bajas (10-20% sin tratamiento) o nulas. Incluso tras la remoción de la pulpa del Molle, la germinación puede permanecer por debajo del 70-80% (EntreSemillas, 2016), y en Acacias, la dormancia puede variar del 10% al 98% (González et al., 2009).

Esta investigación se justifica en la necesidad de identificar y validar tratamientos pregerminativos óptimos que permitan superar estas barreras específicas de Molle y Acacia en Salache. Al evaluar tres tratamientos, el estudio tratara de mejorar las tasas de germinación para promover prácticas sostenibles. La falta de métodos efectivos para manejar la dormancia limita la

eficiencia de los proyectos de reforestación y producción forestal, afectando la disponibilidad de plantas sanas y vigorosas.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos

Comunidades de la Provincia de Cotopaxi que se ven afectadas por la deforestación y erosión del suelo, Latacunga 21%, Saquisilí 7,7%, Salcedo 6,8%, Sigchos 5,0%.

Beneficiarios indirectos

Viveros locales de Latacunga.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

La germinación de semillas es un proceso crítico para la reproducción en especies forestales, tanto para su establecimiento en hábitats naturales o sistemas agroforestales. No obstante, un problema significativo que enfrentan muchas especies incluyendo el Molle (*Schinus molle*) y diferentes variedades de acacia (*Acacia sp*) es que presentan dormancia en sus semillas. Esta condición física o fisiológica dificulta su germinación, incluso manteniendo condiciones óptimas, lo que impide obtener plántulas sanas y vigorosas (Carol C.Baskin&Baskin, 2014).

La dormancia puede darse por varias barreras ya sean como la impermeabilidad de la cubierta de la semilla (dormancia física o tegumentaria) o por la presencia de inhibidores químicos internos (dormancia fisiológica) lo que conlleva a aplicar tratamientos que sean efectivos y permitan obtener una germinación uniforme, **s**e estima que la dormancia fisiológica es el tipo más común presente en el 75% de las familias botánicas estudiadas, incluyendo árboles y arbustos,

mientras que la dormancia física es prevalente en familias como Fabaceae (Carol C.Baskin&Baskin, 2014). Sin la aplicación de tratamientos pregerminativos que sean adecuados, en semillas de acacia las tasas de germinación con dormancia física (cubierta impermeable, semilla dura, tegumento ceroso o lignificado) presentan bajas tasas de germinación encontrando un porcentaje del 10% (FAO, 2001; Bailly et al., 2021; MDPI, s.f.) a la vez que con dormancia fisiológica (presencia de inhibidores químicos, inmadurez interna o requerimientos hormonales) la tasa de germinación podría ser nula (Baskin & Baskin, 2014; Rosales et al., s.f.). En especies como el Molle (*Schinus molle*) al tener un fruto con una cubierta pastosa que pueden tener inhibidores sin embargo, aún después de la remoción de la pulpa, la dormancia residual o la baja viabilidad por otros factores pueden mantener las tasas de germinación por debajo del 70-80% (EntreSemillas, 2016). Por otra parte, en muchas especies de acacia al tener una envoltura seminal dura e impermeable lo que provoca un retraso en la germinación, haciendo necesarios tratamientos como la escarificación mecánica o la inmersión en agua caliente (FAO, 2001). Estudios en otras leguminosas con cubierta dura, como algunas *Leucaena spp.*, han reportado porcentajes de dormancia que varían entre el 10% y el 98% en semillas recién cosechadas (González et al., 2009), lo que ilustra la magnitud del problema en especies con dormancia física. La madurez de la semilla al momento de la cosecha también tiende a ser un problema ya que semillas inmaduras o sobremaduras pueden presentar una menor viabilidad y vigor, impactando directamente en el porcentaje de germinación final. Por ejemplo, algunas especies arbóreas tropicales han mostrado una viabilidad de más del 90% en semillas recién colectadas que disminuyó drásticamente (hasta 15-34%) después de 12 meses de almacenamiento si no se hace en condiciones óptimas, lo que subraya la importancia del estado fisiológico (Rosales et al., 2013). De igual manera la pureza del lote de semillas también es un factor determinante; la presencia de impurezas (restos de frutos,

suelo, semillas vanas o dañadas) puede reducir la densidad de semillas viables y afectar negativamente los resultados de germinación (Turnbull, 1975). Aunque no hay un porcentaje exacto de "pérdida de germinación por impurezas", una baja pureza (menos del 90% de semilla pura) se asocia directamente con una menor cantidad de plántulas por unidad de siembra (FAO, s.f). Esta problemática se agudiza en el contexto de Salache, Latacunga, Cotopaxi, una región con necesidad de reforestación y restauración ecológica. La falta de protocolos específicos y validados para superar la dormancia de las semillas de Molle y Acacia locales, considerando sus características intrínsecas y la variabilidad de su estado fisiológico y pureza, impide la producción eficiente y a gran escala de plántulas. Las bajas tasas de germinación comprometen los esfuerzos para recuperar suelos degradados, conservar la biodiversidad y aprovechar el potencial de estas especies para la provisión de recursos y servicios ecosistémicos (González, 2019). Aunque factores ambientales como la temperatura, humedad y oxígeno son cruciales para la germinación óptima (ECHO Community, 2023; Penn State Extension, 2017), la dormancia sigue siendo el principal impedimento sin la intervención adecuada. En consecuencia, existe una necesidad urgente de investigar y desarrollar métodos específicos y efectivos para superar la dormancia en las semillas de molle y acacia. La identificación de los tratamientos pregerminativos óptimos permitirá mejorar significativamente la tasa y uniformidad de germinación, optimizando así la producción de plántulas en viveros forestales. Esto, a su vez, facilitará la implementación exitosa de programas de reforestación urbana y ambiental, contribuyendo a la conservación de estas valiosas especies y al desarrollo sostenible en la región de Cotopaxi.

5. OBJETIVOS:

5.1.Objetivo General

Evaluar tres tratamientos para estimular la germinación de semillas en dos especies forestales Molle (*Schinus molle)* y Acacia *(Acacia sp.),* Salache, Latacunga, Cotopaxi.

5.2. Objetivos Específicos

Determinar el mejor tratamiento pre germinativo en la producción de molle y acacia.

Analizar los costos asociados a cada tratamiento de estimulación de germinación en estudio.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1 Actividades por objetivos

Objetivo Especifico 1	Actividades	Resultados de la actividad	Medios de verificación
Determinar el mejor tratamiento pregerminativo en la producción de molle y acacia.	Aplicar los tratamientos pregerminativos: ácido sulfúrico, escarificación mecánica e imbibición en agua caliente.	Número de semillas germinadas por tratamiento.	Registro fotográfico, libro de campo.

	Registrar diariamente el número de semillas germinadas durante el periodo de evaluación.	Registro de semillas germinadas después de la siembra.	Registro de semillas germinadas en el libro de campo y fotografías del proceso.
	Analizar estadísticamente los datos de germinación para identificar el tratamiento más eficiente.	Comparación cuantitativa de los tratamientos y resultados significativos.	Análisis estadístico con InfoStat y gráficos.
Objetivo Especifico 2	Actividades	Resultados de la actividad	Medios de verificación
Analizar los costos asociados a cada tratamiento de estimulación de germinación en estudio.	Identificar los materiales necesarios para cada tratamiento.	Lista de recursos requeridos.	Facturas, cotizaciones.
	Analizar y comparar los costos para determinar el tratamiento más rentable.	Identificación del tratamiento con mejor relación costobeneficio.	Análisis económico y comparativo.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1.Molle Origen y Distribución

Molle o conocido como pimentero falso es una especie originaria de la región Andina de Sudamérica, principalmente Perú, aunque se extiende de Ecuador a Chile y Bolivia. Este árbol vive en los Andes Peruanos a altitudes de hasta 3,650 m. Ampliamente distribuido en México, en Centroamérica y en el sur de California y oeste de Texas, en Estados Unidos. (CONABIO, s.f, pág. 1)

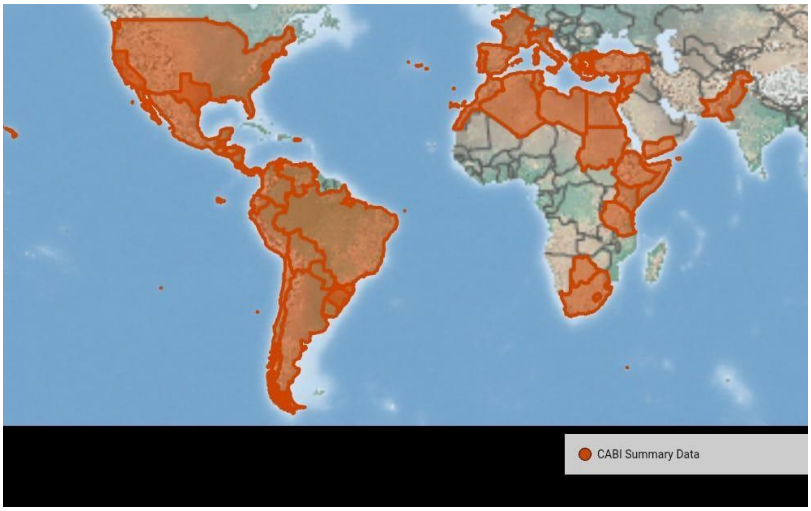


Figura 1 Origen y Distribución del Molle

(CABI, 2019)

7.1.1. Taxonomía

Tabla 2 Clasificación taxonómica molle

Dominio:	Eucariota
Reino:	Plantas
Filo:	Espermatofitas
Subfilo:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas

Orden:	Sapindales
Familia:	Anacardiáceas
Género:	Schinus
Especies:	Schinus molle

(CABI, 2019)

7.1.2. Descripción Botánica

Es un árbol de unos 10 m de alto, que puede llegar alcanzar los 25 m en zonas de origen, tiene una corteza escamosa, parda, grisácea o rojiza, y con las ramas colgantes y gráciles. Toda la planta genera una resina muy aromática que se aprecia con sólo trozar una hoja o ramilla (Iturralde., 2022).

Sus hojas son persistentes, opuestas y compuestas por 8-20 pares de hojuelas más una terminal (imparipinnadas). En conjunto la hoja mide 10-30 cm de largo, en tanto que las hojuelas son de forma linear o linear-lanceolada, serradas en su margen y terminadas en punta curvada (Iturralde., 2022)

Las flores pueden ser unisexuales o hermafroditas, con cinco pétalos blanquecinos que se disponen en racimos terminales alargados y que salen en primavera, en zonas de clima adecuado pueden florecer durante todo el año y verse a la vez flores y frutos (Iturralde., 2022)

Los frutos aparecen en racimos, al principio son carnosos pero maduros son secos, exocarpo delgado, globosos de 4-8 mm de diámetro y adquieren un tono rosado o purpúreo característico. La cubierta externa es frágil, como una cascarilla, y dentro tiene una semilla también globosa de

3-5 mm de diámetro (ARBOLAPP, s.f). Sus semillas se encuentran comprimidas, cotiledones planos. Sus semillas poseen un embrión bien diferenciado que llena toda la cavidad y es de sexualidad monoica. (Iturralde., 2022)

7.1.3. Sustrato

El sustrato funciona como el medio que sostiene físicamente a las plantas, cumpliendo funciones como el suministro de nutrientes y la protección del sistema radicular, lo cual favorece un desarrollo óptimo de los cultivos. Este puede ser de origen sintético, orgánico o inorgánico. (TILLAGUANGO, 2022)

7.1.4. Composición de sustrato Rekyva

El producto Remix 1 es un sustrato profesional elaborado a partir de turba natural (mezcla de turba rubia, turba marrón y turba en bloque), combinado con perlita, fertilizantes y aditivos que mejoran la retención de agua y estabilizan el pH. Esta composición lo hace especialmente útil para la germinación de semillas. Su estructura granulométrica fina (0–7 mm) y su equilibrada fórmula de nutrientes con una dosis aproximada de 0,8 kg de NPK por m^3 (140 mg N/L, 160 mg P_2O_5/L y 180 mg K_2O/L), más microelementos (0,1 L/m^3) y agente humectante (0,1 L/m^3) proporcionan un entorno óptimo para el desarrollo radicular. Desde el punto de vista físico-químico, presenta un pH entre 5,5 y 6,5 (medido en $CaCl_2$), baja conductividad eléctrica (0,05–0,15 S/cm), alto contenido de materia orgánica (> 95,5 %) y porosidad total del 93–95 %. Estas características aseguran una retención adecuada de agua (humedad del 45–55 %), rápida adsorción (más de 8 s) y una densidad aparente entre 170 y 200 g/L (Sembrando Perú, 2021).

7.1.5. Riego

Durante los primeros días de la germinación se da un riego continuo para mantener la humedad y la planta pueda fijar bien su raíz, posteriormente se realiza un riego diario para un crecimiento optimo. (CONABIO, s.f)

7.2.Formas de Utilización

7.2.1. Propiedades Medicinales

El molle se trata de una planta con una tradición en la medicina popular. Se cree que sus hojas y frutos tienen propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antibacterianas. El aceite esencial extraído de sus frutos también tiene aplicaciones en la cosmética, gracias a sus efectos antioxidantes y calmantes (JARDIMAG, 2025).

7.2.2. Aceites

El aceite esencial de sus hojas y frutos es utilizado como repelente de insectos, principalmente contra la mosca casera (Iturralde., 2022).

7.2.3. Aromatizante

Ya que todo el árbol emana un intenso olor perfumado debido a la presencia de abundantes aceites esenciales y volátiles.

7.2.4. Colorante

Al realizar la cocción de la corteza y de las hojas, se incorpora alumbre y se remoja la lana y tejidos; se obtiene un teñido permanentemente de color amarillo. (Iturralde., 2022)

7.2.5. Usos en reforestación

El molle al ser una especie resistente a la sequía y su capacidad para evitar la erosión del suelo es empleado para la reforestación lo que favorece la biodiversidad al atraer polinizadores y ofrecer refugio a fauna local. Su presencia ayuda a conservar suelos, proteger otras plantas y alimentar a aves y pequeños mamíferos (JARDIMAG, 2025). También es muy utilizado para la reforestación de laderas y cerros rocosos con escasa vegetación. (Iturralde., 2022)

7.2.6. Condimentos

También es utilizado en la gastronomía andina, el molle tiene una notable presencia. Sus frutos, una vez procesados, se utilizan como condimentos en salsas, guisos y platos típicos de la región. El sabor de sus frutos es ligeramente picante, lo que añade un toque especial a las preparaciones. Además, en algunos países, se elabora una bebida tradicional conocida como "chicha de molle", muy apreciada por sus beneficios para la salud (JARDIMAG, 2025).

7.2.7. Abonos

Él molle ayuda al ciclo de nutrientes a través de la caída de hojarasca, mejorando la fertilidad natural del suelo, con las hojas en estado de descomposición se puede preparar una especie de abono catalítico denominado ´´ r´ockescca ´´ en el cual se sumergía las semillas del maíz para elevar su producción (Iturralde., 2022).

7.2.8. Industrial

Por las características que tiene su madera que es moderadamente fuerte y pesada, duradera y resistente a las termitas, se la emplea en la fabricación de postes, construcción de exteriores, soportes de frutales, confección de útiles domésticos. (Iturralde., 2022)

7.3.Acacia Origen y Distribución

El género de Acacia comprende más de 1.200 especies distribuidas por todo el mundo adaptándose a climas tropical y subtropical. Él árbol de Acacia es originaria de Australia y Tasmania. Esta especie se ha usado como especie forestal y ornamental, lo que ha beneficiado su expansión por amplias zonas templadas del planeta (URA, 2021).

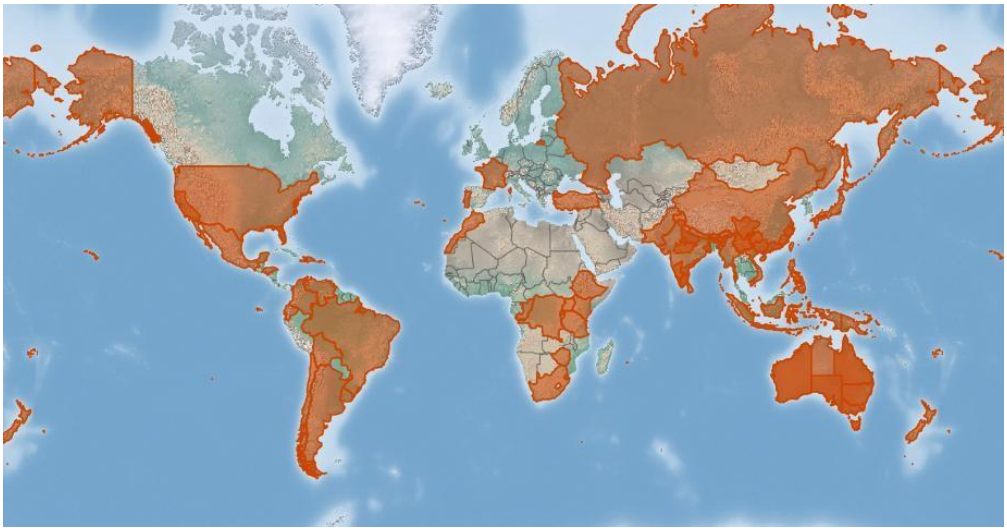


Figura 2 Distribución de la acacia

(CABI, 2019)

Taxonomía

Tabla 3 Clasificación taxonómica de la acacia

Dominio:	Eucariota
Reino:	Plantas
Filo:	Espermatofitas
Subfilo:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Fabáceas
Familia:	Mimosoideae

Género:	Acacia
Especies:	Acacia melanoxylon

(CABI, 2019)

7.3.1. Descripción Botánica

Es un árbol de hoja perenne que puede alcanzar hasta los 20 m de altura. Su corteza es gris oscuro, es una especie de porte mediano que alcanza entre 8 y 15 metros de altura. Presenta un fuste recto con copa densa y redondeada. Las ramas son angulosas y pubescentes, lo cual contribuye a su reconocimiento morfológico en campo. Puede alcanzar entre 60 y 80 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), especialmente cuando crece de manera aislada. agrietada. Falsas hojas lanceoladas de color verde oscuro y 8-10 cm de longitud. Inflorescencias de color blancuzco de 1 cm de diámetro. Es una especie que puede vivir 100 años y produce grandes cantidades de semillas que pueden permanecer viables durante 50 años. Tras los incendios rebrotan con fuerza. Pueden rebrotar de cepa y de raíz. Es una especie forestal que coloniza riberas fluviales. Emite sustancias químicas tóxicas para otras plantas (URA, 2021). s. f.).

7.3.2. Sustrato

El sustrato funciona como el medio que sostiene físicamente a las plantas, cumpliendo funciones como el suministro de nutrientes y la protección del sistema radicular, lo cual favorece un desarrollo óptimo de los cultivos. Este puede ser de origen sintético, orgánico o inorgánico (TILLAGUANGO, 2022).

7.3.3. Composición de sustrato Rekyva

El producto Remix 1 es un sustrato profesional elaborado a partir de turba natural (mezcla de turba rubia, turba marrón y turba en bloque), combinado con perlita, fertilizantes y aditivos que mejoran la retención de agua y estabilizan el pH. Esta composición lo hace especialmente útil para la germinación de semillas. Su estructura granulométrica fina (0–7 mm) y su equilibrada fórmula de nutrientes con una dosis aproximada de 0,8 kg de NPK por m³ (140 mg N/L, 160 mg P_2O_5/L y 180 mg K_2O/L), más microelementos (0,1 L/m³) y agente humectante (0,1 L/m³) proporcionan un entorno óptimo para el desarrollo radicular. Desde el punto de vista físico-químico, presenta un pH entre 5,5 y 6,5 (medido en $CaCl_2$), baja conductividad eléctrica (0,05–0,15 S/cm), alto contenido de materia orgánica (> 95,5 %) y porosidad total del 93–95 %. Estas características aseguran una retención adecuada de agua (humedad del 45–55 %), rápida adsorción (más de 8 s) y una densidad aparente entre 170 y 200 g/L (Sembrando Perú, 2021).

7.3.4. Riego

En la fase de germinación y en las primeras etapas del crecimiento, la acacia necesita que el sustrato mantenga un nivel constante de humedad, evitando el exceso de agua. Esto se debe a que, durante este periodo, la planta es especialmente vulnerable a infecciones por hongos, lo que puede afectar negativamente su desarrollo inicial (FAO, s. f.).

7.4.Formas de uso

7.4.1. Propiedades Medicinales

En estudios recientes, Pedro et al. (2023) evaluaron extractos de vainas verdes de siete especies de *Acacia* invasoras en Portugal, confirmando su valor nutricional y terapéutico, lo que

respalda su aprovechamiento no solo en alimentación animal, sino también en el desarrollo de productos medicinales y funcionales.

7.4.2. Industrial

La madera es muy buena y es utilizada de varias formas, incluyendo muebles, herramientas, botes y barriles de madera. Es considerada de la misma calidad que la madera de nogal. Lo que la convierte en una especie forestal comercial estratégica (Reyes, Carmona & Fernández, 2018).

7.4.3. Usos en Reforestación

En el ámbito ambiental se destaca por su capacidad para contribuir a la restauración de ecosistemas degradados, gracias a su asociación con bacterias nitrificantes que mejoran la fertilidad del suelo y promueven la regeneración vegetal circundante (Abella-Sanclemente, ValoisCuesta & Polanco-Puerta, 2023).

7.4.4. Ornamental

La acacia se destaca por su follaje verde, frondoso y elegante, así como por sus flores de colores llamativos, lo que la convierte en una especie adecuada para la jardinería ornamental, especialmente en parterres y parques. Es una planta de fácil mantenimiento y proporciona buena sombra. Además, su presencia contribuye al paisajismo y cumple una función como elemento de descontaminación visual (Léchon Quilumbaquín, 2010).

7.4.5. Fungicidas

Debido a sus propiedades antifúngicas, los extractos obtenidos de las especies de acacia pueden emplearse como alternativas naturales para el manejo de hongos patógenos en cultivos

agrícolas. Esta opción contribuiría a disminuir el uso de fungicidas químicos, fomentando así prácticas agrícolas que sean más amigables con el ambiente. Asimismo, la presencia de compuestos bioactivos como el aromadendrin permite explorar el desarrollo de productos fitoterapéuticos específicos para combatir enfermedades fúngicas en plantas (Rodríguez Pedroso, Ramírez Arrebato, Bautista Baños, Cruz Triana & Rivero, 2012).

7.5. Germinación de semillas

La germinación es una etapa fundamental en el desarrollo de las plantas, ya que permite que la semilla inicie su crecimiento y se convierta en plántula. Este proceso ocurre cuando se activan ciertas condiciones ambientales como la humedad, el oxígeno y una temperatura adecuada. En muchas especies, es necesario romper un estado de latencia, y en algunos casos, aplicar tratamientos específicos como la estratificación en frío (Garvillo, 2023).

7.5.1. Factores que afectan la germinación en las semillas

La germinación de las semillas se ve influenciada por una variedad de factores, tanto ambientales como biológicos según (Arvencis, 2024):

7.5.2. Humedad:

Un nivel adecuado de humedad activa la imbibición y favorece las reacciones enzimáticas. Sin embargo, un exceso puede generar asfixia en el embrión, mientras que un déficit impide la germinación (Arvencis, 2024).

7.5.3. Temperatura:

Cada especie vegetal tiene un rango de temperatura optimo que activa las enzimas y acelera el metabolismo de la semilla. Rango diferente, la germinación puede detenerse (Arvencis, 2024).

7.5.4. Oxígeno:

La semilla requiere oxígeno para la respiración celular, un proceso que proporciona energía al embrión. En suelos mal aireados o saturados de agua, la falta de oxígeno puede ser un factor limitante (Arvencis, 2024).

7.5.5. Luz:

Aunque semillas germinan sin luz, otras necesitan estímulos luminosos específicos para activarse, conocer los requerimientos específicos de cada especie es clave (Arvencis, 2024).

7.6.Plagas Enfermedades que afectan a la germinación de la semilla

El proceso de germinación puede ser interrumpido o reducido por la acción de diversas plagas y agentes patógenos. Estos factores comprometen la integridad de la semilla y su capacidad de iniciar el desarrollo normal de la plántula (Sallaberry et al., 2007).

7.6.1. Mosca de la semilla *(Delia platura)*

La germinación de semillas se ve afectado también por presencia de insectos, como podría ser una larva de la mosca de la semilla *(Delia platura)*, es un insecto que habita en el suelo y representa una amenaza considerable para los cultivos desde sus primeras etapas, deposita sus huevos cerca de las semillas o plántulas recién sembradas, y al eclosionar, las larvas penetran tejidos tiernos como cotiledones, tallos jóvenes y raíces incipientes. El daño provocado por esta

actividad afectando directamente la viabilidad de la semilla y el establecimiento de la planta, lo que generar pérdidas significativas en viveros y campos agrícolas (Suqui Carchi, 2019).

7.6.2. Enfermedades Fúngicas

Ciertas especies de hongos patógenos tienen la capacidad de invadir las semillas durante su almacenamiento o tras la siembra, provocando descomposición de los tejidos internos. Esta infección puede deteriorar significativamente la estructura de la semilla, reduciendo su viabilidad y, en muchos casos, impidiendo por completo el proceso de germinación.

7.6.3. Marchitamiento fúngico (Damping-off):

La enfermedad conocida como *damping-off* puede presentarse en las primeras fases del desarrollo de las plántulas, afectando tanto a la semilla en germinación como a la plántula en sus etapas iniciales. Durante la fase preemergente, el hongo puede atacar cuando la semilla aún no ha roto completamente la testa o cuando la radícula ha salido, pero la plántula no ha emergido del sustrato. En esta etapa, la infección interfiere con el desarrollo antes de que la planta sea visible. En la fase posemergente, el patógeno invade el cuello de la plántula recién emergida, donde el tallo aún no se ha lignificado, lo que provoca un colapso o debilitamiento a nivel del sustrato. Además, si los cotiledones mantienen restos de la testa adherida, los hongos presentes en esa cubierta pueden propagarse hacia los tejidos jóvenes, comprometiendo la vitalidad de la plántula durante la etapa conocida como “cerillo” (Sarmiento López, 2024).

7.6.4. Cancro resinoso del pino (Fusarium circinatum)

Uno de los patógenos más frecuentes asociados a problemas de germinación y desarrollo temprano en viveros es *Fusarium circinatum*. Este hongo puede afectar desde la semilla en sus

primeras etapas hasta árboles adultos, provocando marchitez, necrosis radicular y muerte regresiva en tejidos jóvenes.(Sarmiento López, 2024).

7.7.Dormancia en semillas

La dormición representa un proceso natural mediante el cual se retrasa la germinación de las semillas, aunque el entorno presente condiciones favorables para su desarrollo. Este comportamiento puede dividirse en distintas categorías, destacando principalmente la dormición de tipo estructural y la fisiológica.

7.7.1. Dormancia Estructural

En la dormancia de tipo estructural, la principal barrera para la germinación radica en la rigidez o impermeabilidad del tegumento. Las capas externas de la semilla, compuestas por elementos como ceras o cutina, funcionan como un obstáculo que limita el ingreso de agua, gases o luz, e incluso impiden la salida de compuestos inhibidores presentes en el interior (Nordeste, 2013).

7.7.2. Dormancia Fisiológica

Las causas fisiológicas de la dormición están asociadas a diversos procesos que ocurren principalmente en el interior del embrión, lo que se conoce como dormición embrional. Esta puede originarse por diferentes factores, entre ellos: la presencia de compuestos inhibidores, la inmadurez del embrión, la necesidad de exposición a temperaturas bajas (entre 5 °C y 10 °C), o la exigencia de un periodo específico de luz o fotoperiodo para activar la germinación (Nordeste, 2013).

7.8.Tratamientos para superar la dormancia

Para favorecer la germinación, se pueden aplicar tratamientos previos que modifiquen determinadas características de la semilla, facilitando así el inicio de su desarrollo.

7.8.1. Estratificación fría

La estratificación fría consiste en someter las semillas a temperaturas bajas que simulan las condiciones invernales, durante un intervalo que puede variar entre 20 y 60 días, pudiendo extenderse hasta 120 días en algunos casos (Roa Nieto, 2017, p. 13).

7.8.2. Estratificación cálida

La estratificación cálida consiste en exponer las semillas a temperaturas elevadas, ya que algunas especies requieren de estas condiciones para iniciar la germinación. Generalmente, este tratamiento se realiza a temperaturas que varían entre 22 °C y 30 °C, durante un periodo que puede extenderse de 30 a 60 días. (Roa Nieto, 2017, p. 14)

7.8.3. Escarificación

La escarificación es un método para modificar la capa externa de la semilla, facilitando así la entrada de aire y agua. Este proceso puede realizarse de manera manual o química. En la escarificación manual se emplean técnicas como el lijado, cortes superficiales o pequeños impactos que debilitan la cubierta sin afectar el embrión. Por otro lado, la escarificación química implica el uso de tratamientos como la inmersión en agua caliente o la aplicación de sustancias químicas, como ácidos, que alteran la dureza del tegumento (EntreSemillas, 2016).

7.8.4. Escarificacion Mecánica

Se puede realizar un corte en el tegumento de la semilla, utilizando un escalpelo o herramienta afilada, en la zona opuesta a la radícula. Otra forma de escarificación consiste en frotar la semilla contra una superficie áspera para desgastar mecánicamente la cubierta. (Portalfruticola, 2017)

7.8.5. Escarificación química

El ácido sulfúrico es el compuesto químico más comúnmente empleado para romper la latencia en las semillas, mediante la inmersión de estas por un tiempo controlado. Es fundamental manejar cuidadosamente tanto la concentración del ácido como el tiempo de exposición, ya que una penetración excesiva puede ocasionar la muerte de la semilla (Espinosa, 2022)

7.8.6. Escarificación Termica

Las semillas se sumergen inicialmente en agua caliente a una temperatura cercana a los 82 °C, para luego ser trasladadas rápidamente a agua fría, generando un choque térmico. Posteriormente, se dejan reposar en agua a temperatura ambiente durante un periodo de 12 a 24 horas (Portalfruticola, 2017)

8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

8.1.Hipótesis: Nula

Ho: La aplicación de uno o varios tratamientos no estimulan la germinación de las semillas de especies forestales Molle y Acacia.

8.2.Hipótesis: Alternativa

Ha: La aplicación de uno o varios tratamientos estimulan la germinación de las semillas de especies forestales Molle y Acacia.

8.3.Operacionalización de las variables

Tabla 4 Operacionalización de las variables

Variable independiente	Variable dependiente	Indicadores	Índice
Evaluación de tres tratamientos para estimular la germinación de semillas.	La germinación de semillas de las dos especies forestales (*Schinus molle)* y *(Acacia sp.*	Porcentaje de germinación	%
		Tiempo de germinación	días
		Altura de planta	cm

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

8.4.Indicadores a evaluar

8.4.1. Porcentaje de germinación

Se registró la cantidad de semillas que germinaron en cada tratamiento a los 9, 16, 22 y 30 días posteriores a la siembra. Con base en el número total de semillas sembradas y las que efectivamente germinaron, se determinó el porcentaje de germinación a los 30 días mediante una regla de tres simple, utilizando la fórmula correspondiente.

Porcentaje de germinación = (Número de semillas germinadas / Número total de semillas sembradas) *100

8.4.2. Tiempo de germinación

Se llevó un registro del número de días que pasó desde la siembra hasta que apareció la radícula en cada semilla germinada, tomando como punto de partida el día en que se detectó la primera germinación. Esta información permitió calcular el tiempo promedio de germinación para cada tratamiento y especie analizada.

8.4.3. Altura de planta

Para este parámetro se escogió 10 plantas de cada tratamiento, las mismas que fueron correctamente identificadas para la respectiva toma de datos. Este indicador se registró a los 27 días después de la siembra, luego a los 57 días y 87 días, tomando como referencia la base del tallo hasta la punta del brote principal, se empleo una regla graduada.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1.Tipo de investigación

9.1.1. Cuantitativa

La investigación de enfoque cuantitativo se orienta a establecer el grado de relación entre variables, con la finalidad de generalizar los resultados obtenidos a partir de una muestra que representa a una población determinada. Este tipo de estudio, además de analizar la correlación entre los datos, busca identificar posibles relaciones causales que expliquen determinados comportamientos o fenómenos. En este caso, la investigación se fundamenta en el análisis de los datos recolectados durante la aplicación de tratamientos pregerminativos en semillas de molle y acacia, con el propósito de evaluar su efecto sobre el proceso de germinación.

9.1.2. Experimental

La investigación se clasifica es de tipo experimental, ya que contempla la evaluación de tres tratamientos pre-germinativos orientados a estimular la germinación de semillas de *Schinus molle* y *Acacia* sp. bajo condiciones controladas. Para el desarrollo del estudio, se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar, el cual permite establecer relaciones causales entre los tratamientos aplicados y el proceso de germinación de las semillas.

9.1.3. Modalidad básica de investigación

9.1.4. Campo

El estudio en terreno se realiza con el propósito de obtener soluciones a un problema previamente identificado, utilizando métodos determinados para recopilar datos e información relevante (Taipicaña Comasanta, 2019). La recolección de datos se llevó a cabo directamente de las bandejas de germinación, las cuales fueron preparadas con semillas de molle (*Schinus molle*) y acacia (*Acacia* sp.). El ensayo se desarrolló en el Centro de Experimentación Académico Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Se aplicaron cuatro tratamientos pregerminativos con el objetivo de evaluar su efecto sobre la germinación, lo que permitió medir los indicadores establecidos en la investigación.

9.1.5. Bibliografía documental

Este tipo de enfoque se centra en dar solución a un problema específico y adquirir conocimientos a partir del estudio, análisis e interpretación de información extraída únicamente de fuentes escritas. En este sentido, el desarrollo de la investigación se sustentó en la consulta de bibliografía especializada, documentos digitales y artículos científicos relacionados con el tema,

los cuales sirvieron de apoyo para la construcción del marco teórico y la argumentación de los resultados alcanzados (Taipicaña Comasanta, 2019).

9.2.Ubicación

La investigación se encontró ubicado en el Centro de Experimentación Académico Salache (CEASA), Parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Tabla 5 Ubicación del ensayo

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Barrio	Salache
Parroquia	Eloy Alfaro
Latitud	00º 59’ 57’’ S
Longitud	78º 37’ 14’’ O
Altitud	2725 msnm

Elaborado por: Totasig Danitza

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

Figura 3 Ubicación geográfica del ensayo

9.3.Factores en estudio

Factor A: Especies

A1: molle

A2: acacia

Factor B: Tratamientos pre germinativos

p1: ácido sulfúrico

p2: agua hervida

p3: mecánico (lija)

p4: testigo

9.4.Tratamientos

La tabla 6 a continuación presenta los tratamientos aplicados en el experimento, clasificados de acuerdo con la especie forestal y el tipo de pretratamiento utilizado. En total, se definieron ocho tratamientos. Los tratamientos del 1 al 4 están dirigidos a *Schinus molle* y se identifican mediante las claves A1p1 a A1p4, los cuales incluyen la aplicación de ácido sulfúrico, el uso de agua hervida, la escarificación mecánica con lija y un control sin intervención previa. Por su parte, los tratamientos del 5 al 8 corresponden a *Acacia* sp., con las denominaciones A2p1 a A2p4, y contemplan los mismos tipos de pretratamiento que los aplicados a *Schinus molle*. Esta

estructura experimental permite comparar la respuesta germinativa de ambas especies frente a distintos métodos de estimulación.

Tabla 6 Tratamientos en estudios

Tratamiento	Simbología	Descripción
1	A1p1	Molle + acido sulfúrico
2	A1p2	Molle + agua hervida
3	A1p3	Molle + mecánico(lija)
4	A1P4	Molle sin tratamiento
5	A2p1	Acacia + ácido sulfúrico
6	A2p2	Acacia + agua hervida
7	A2p3	Acacia + mecánico (lija)
8	A2P4	Acacia sin tratamiento

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

9.5.Diseño experimental

Se empleo un diseño completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial de AxB, conformado por 8 tratamientos y tres repeticiones; lo que dio un total de 24 unidades experimentales. Cada tratamiento consistió de una bandeja de germinación de 50 alveolos.

Tabla 7 Esquema de Análisis de Varianza

Fuente de variación	**Grados de libertad (GL)**
Total	23
Factor A	1
Factor B	3
A x B	3
Repeticiones	2
Error Experimental	14

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

9.6.Metodología

9.6.1. Recolección de la semilla

Las semillas utilizadas en el p estudio pertenecen a dos especies forestales: *Schinus molle* y *Acacia sp*. La recolección del material vegetal se realizó de forma manual, seleccionando únicamente frutos maduros y en buen estado fitosanitario.

Las semillas de *Schinus molle* fueron recolectadas en los jardines del Terminal Terrestre de Latacunga, mientras que las de *Acacia* sp. se obtuvieron en la Estación Experimental Salache, perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi. En ambos casos, la recolección se llevó a cabo durante la época seca, lo que favoreció condiciones óptimas para su extracción y posterior tratamiento.

Una vez recolectadas, las semillas fueron tratadas donde se procedió a su limpieza manual para eliminar residuos de pulpa, impurezas y otros restos vegetales. Posteriormente, se las seco al sol hasta el momento de aplicar los tratamientos pre-germinativos.

9.6.2. Reconocimiento del lugar

Antes de comenzar el experimento, se efectuó una inspección detallada del lugar destinado para la investigación, situado en la Estación Experimental Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Esta inspección tuvo como finalidad analizar las características físicas y ambientales del invernadero, para la correcta implementación del ensayo.

9.6.3. Instalación de estructura de protección

Para proteger las bandejas germinadoras de daños causados por aves, se procedió a la instalación de una estructura de resguardo en la zona destinada a la siembra. Dicha estructura fue cubierta con un plástico transparente resistente de 3 metros por 3 metros, el cual se aseguró utilizando soportes de madera en cada esquina, formando un espacio delimitado y protegido para el desarrollo del experimento.

9.6.4. Preparación de bandejas

Para llevar a cabo el experimento, se prepararon las bandejas germinadoras que sirvieron como base para la siembra de las semillas. Previamente, estas bandejas fueron limpiadas y desinfectadas con el fin de eliminar cualquier agente patógeno que pudiera interferir en el proceso de germinación.

Seguidamente, se rellenaron con un sustrato elaborado y acondicionado de antemano, asegurando que contara con una adecuada ventilación y capacidad para retener la humedad. El sustrato consistió en una mezcla uniforme de componentes orgánicos e inorgánicos, (mezcla de turba rubia, turba marrón y turba en bloque), combinado con perlita que fue seleccionado cuidadosamente para favorecer el crecimiento inicial de las plántulas.

Cada bandeja fue marcada con el código correspondiente al tratamiento que se le asignó, lo que facilitó su identificación y manejo durante todo el desarrollo del experimento.

9.7.Aplicación de tratamientos

9.7.1. Tratamiento Ácido Sulfúrico

Las semillas de acacia fueron sumergidas en ácido sulfúrico concentrado al 98% durante un tiempo específico de 2 min. mientras las semillas de molle se las dejo por 1 min. para debilitar la cubierta externa impermeable y facilitar la absorción de agua. Luego, se enjuagaron cuidadosamente con agua potable para eliminar residuos químicos antes de la siembra (Esparza Terán, 2023).

9.7.2. Tratamiento mecánico (lija)

Mediante lijado manual con papel de lija fino, se desgastó cuidadosamente la superficie externa de las semillas de acacia y molle, evitando daños al embrión. Después se dejaron en remojo en agua a temperatura ambiente por 12 horas. Esta técnica tiene como objetivo facilitar la penetración de agua y gases necesarios para iniciar el proceso germinativo (Esparza Terán, 2023).

9.7.3. Tratamiento con agua hervida

Las semillas se sumergieron en agua a una temperatura de punto de ebullición 100 °C durante un período determinado las semillas de acacia por 3 minutos mientras las semillas de molle por 2 minutos. Después se las dejo en remojo en agua a temperatura ambiente por 12 horas. Este tratamiento térmico busca modificar la impermeabilidad del tegumento, favoreciendo la germinación (Esparza Terán, 2023).

9.7.4. Sin tratamiento

Este grupo permaneció sin ningún tipo de tratamiento previo, funcionando como un control para comparar y medir la eficacia de los demás métodos aplicados.

9.7.5. Siembra

La siembra de las semillas se realizó manualmente, distribuyendo uniformemente la cantidad asignada de semillas por tratamiento en cada bandeja previamente preparada. Las semillas fueron colocadas a una profundidad adecuada de 0,5cm, según las recomendaciones específicas para cada especie, con el fin de favorecer su óptima germinación.

9.7.6. Riego

Luego de que las semillas comenzaron a germinar, se estableció un riego diario con el fin de conservar la humedad necesaria en el sustrato durante la etapa de desarrollo de las plántulas. Esta actividad se realizó manualmente cada mañana, entre las 8:00 y las 9:00 a.m. Se eligió este horario para minimizar la pérdida de agua por evaporación y asegurar que el sustrato retuviera suficiente humedad, lo que contribuyó a un crecimiento constante y parejo de las plantas.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Porcentaje de germinación

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III), Porcentaje de germinación

Tabla 8 ADEVA para el porcentaje de germinación a los 30 días.

F.V.	gl	p-valor
Factor A	1	0,0001
Factor B	3	0,0010
Repeticiones	2	0,6791
Factor A*Factor B	3	0,0027
Error	14	
Total	23	
CV	23,85	

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 8 se observo, que existe una alta significancia en el factor A (especies), mientras que en factor B es significativo (tratamientos pre germinativos) y la interacción A*B es significativo, teniendo un coeficiente de variación de 23,85.

Tabla 9 Prueba de Tukey al 0,05% en el Factor A (especies) para el porcentaje de germinación a los 30 días.

Factor A	Medias	Rango
2	67,33	A
1	20,00	B

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 9 se observan dos rangos de significación estadística en el Factor A (especies), la especie 2 (Acacia) presentó una media de 67,33, siendo estadísticamente superior a la especie 1(molle), que obtuvo un porcentaje de 20,00. Acacia tiene una dura cubierta protectora, típica de muchas leguminosas, que bloquea la entrada de agua y gases. El ácido sulfúrico actúa eliminando o debilitando complejamente esta cubierta, facilitando la germinación, incrementando no solo la tasa de germinación sino también acelerando el inicio del proceso (Kheloufi et al., 2019; Ghassali et al., 2012). En cambio, *Schinus molle* posee una dormancia física pero también fisiológica**,** debido a su endocarpo impermeable y mesocarpio inhibitorio; requiere tratamientos adicionales (como almacenamiento en seco y luz) para romper ambos tipos de dormancia (Pereira et al., 2016). Fisiológicamente esto se puede relacionar con la imbibición en ácido sulfúrico con el propósito de

escarificar la testa de la semilla para reducir la permeabilidad, proceso que fue eficiente para facilitar la germinación (Salgado Canales & Salgado Canales, 2017).

Tabla 10 Tabla 10 Prueba de Tukey al 0,05% en el Factor B (tratamientos) porcentaje de germinación a los 30 días.

Factor B	Medias	Rango	
1	58,00	A	
3	47,67	A	
2	42,67	A	B
4	26,33		B

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 10 se observan dos rangos de significación estadística en el Factor B (tratamientos), B1 (ácido sulfúrico) 58,00 y B3 (escarificación mecánica) 47,67 obtuvieron los valores más altos y se ubicaron en el rango a, sin diferencias estadísticas entre ellos. B2 (imbibición agua hervida) 42,67 presentó un valor intermedio, compartiendo un rango A y B con los de mayor y menor rendimiento, lo que indica una respuesta parcial. B4 (testigo) 26,33 ubicado solo en el rango b, fue el menos efectivo. Diversos estudios han demostrado que el uso de ácido sulfúrico (H_2SO_4) como tratamiento pregerminativo es altamente efectivo en semillas que presentan cubiertas duras, ya que este compuesto químico actúa debilitando la testa, lo que permite una mejor absorción de agua y oxígeno por parte del embrión (Bewley et al., 2013). La escarificación mecánica, que se basa en desgastar de forma controlada la capa externa de la semilla, favoreció el proceso de germinación al facilitar la absorción rápida de agua (Sánchez et al., 2021). Si bien el uso de agua caliente puede ayudar a ablandar la capa externa de ciertas semillas, su efectividad varía según la especie y el tiempo que se mantengan expuestas. Una temperatura demasiado alta o una exposición prolongada puede causar daños por calor al embrión (Hartmann

et al., 2011). El tratamiento testigo, al no recibir ningún tipo de intervención, logró una germinación del 26,33% este porcentaje reducido evidencia que las semillas poseen una dormancia física natural, lo que impide su germinación si no se aplican métodos pregerminativos que ayuden a superarla.

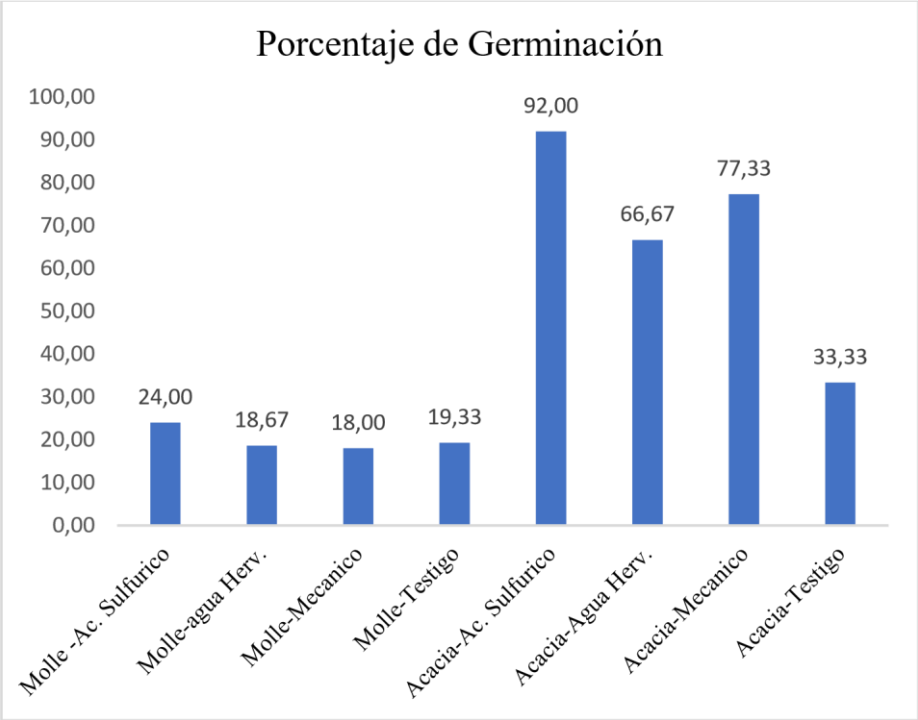
Tabla 11 Prueba de Tukey al 0,05% en los factores AxB (especies y tratamientos) de porcentaje de germinación a los 30 días.

Factor A	Factor B	Medias	Rango	
2	1	92,00	A	
2	3	77,33	A	
2	2	66,67	A	
2	4	33,33		B
1	1	24,00		B
1	4	19,33		B
1	2	18,67		B
1	3	18,00		B

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 11, se observo dos rangos de significación estadística donde indico que a los 30 días los porcentajes de germinación muestra que las combinaciones del Factor A en su nivel 2 (A = 2 acacia) presentan un desempeño superior en comparación con el nivel 1 (A = 1 molle), destacándose la combinación 2:1(Acacia: ácido sulfúrico) con un promedio de germinación del 92% encontrándose en un rango a. En cambio, las combinaciones con A = 1 (molle) muestran porcentajes considerablemente más bajos, siendo la combinación 1:3 (molle: escarificación mecánica) la menos eficiente con solo 18,00% con un rango b. Estos resultados indican que el nivel 2 (acacia) del Factor A podría estar asociado a condiciones más favorables para la germinación de las semillas. Semillas que fueron tratadas con escarificación con ácido sulfúrico obtuvieron un mayor porcentaje 98% de germinación a los 5 días **(**Universidad Tecnológica de la Mixteca [UTM],

s.f.). Los tratamientos pre germinativos ayudan a promover un nivel más alto de germinación; semillas sumergidas en agua obtuvieron un porcentaje de 66,70% (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo [ESPOCH], 2021). En la investigación se comparte los criterios mencionados ya que el ácido sulfúrico ablanda la testa lo que permite que el embrión emerja con facilidad.



Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

Figura 4 Promedios de los tratamientos en la variable porcentaje de germinación.

En la gráfica 4 se evidencio los porcentajes que obtuvieron de cada uno de los tratamientos con las especies utilizadas. El porcentaje relativamente bajo de germinación en todas las condiciones podría atribuirse a otros factores internos de la semilla, como inhibidores químicos o condiciones fisiológicas específicas de cada especie (Hartmann et al., 2011).

10.2. Tiempo promedio de germinación

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III); Tiempo promedio de germinación

Tabla 12 ADEVA para el Tiempo promedio de germinación a los 30 días.

FV	gl	p-valor
Factor A	1	<0,0001
Factor B	3	<0,0001
Repeticiones	2	0,8418
Factor A*Factor B	3	0,0002
Error	14	
Total	23	
CV	8,39	

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 12, se puede observar que en el factor A (especies) existe una alta significancia estadísticamente entre las especies Molle y Acacia en cuanto al tiempo promedio de germinación. También en el factor B (tratamientos) observamos que los distintos tratamientos pregerminativos (ácido sulfúrico, agua hervida, escarificación mecánica y testigo) también influyeron significativamente en el tiempo promedio de germinación. Esto indica que algunos tratamientos aceleran significativamente la germinación, mientras que otros no tienen tanto efecto o incluso podrían retrasarla. Teniendo un coeficiente de variación de 8,39. Se observa también la interacción significativa entre especie y tratamiento lo que significa que el efecto de un tratamiento depende de la especie. Con la aplicación de tratamientos pre germinativos se puede acelerar la germinación; estos tratamientos ayudan a que las semillas estimulen la germinación y permiten reducir el tiempo promedio así el tiempo de emergencia se estimula de mejor manera (Solano Ortiz, 2021).

Tabla 13 Prueba de Tukey al 0,05% en el Factor A (especies) para el porcentaje promedio de germinación a los 30 días.

Factor A	Medias	Rango
2	18,00	A
1	12,83	B

Elaborador por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 13, se observó el factor A (especies), A2 (acacia) fue la especie que tuvo mayor germinación a los 18 días que se encuentra en rango A, mientras que A1 (molle) 12 días mostró un menor rendimiento encontrándose en un rango B, existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre ambos. De igual forma, estudios como el de Zuloaga et al. señalan que aspectos como la forma de la semilla, la facilidad con la que su cubierta permite el paso de agua y gases, así como la presencia de compuestos que dificultan la germinación, tienen un efecto importante sobre la germinación. En este sentido, la especie 2 (acacia) podría contar con características fisiológicas más favorables, lo que la haría más adecuada para ser utilizada en actividades de reforestación o producción de plantas debido a su rápida germinación (Zuloaga, Martínez, & Ramírez, 2020).

Tabla 14 Prueba de Tukey al 0,05% en el Factor B (tratamientos) porcentaje promedio de germinación a los 30 días.

Factor B	Medias	Rango		
4	18,17	A		
2	17,00	A		
1	14,67		B	
3	11,83			C

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 14, se observó que los tratamientos B1 (ácido sulfúrico) con 14,67 y B3 (escarificación mecánica) con 11,83 fueron los tratamientos más efectivos ya que permitieron germinar las semillas en menor tiempo, mientras que B4 (testigo) resultó el menos favorable con

18,17**.** B1 (agua hervida) 14,67 mostró un resultado intermedio. La inmersión de semillas en ácido sulfúrico concentrado (98 %) es altamente eficaz para romper la dormancia física y alcanzar elevados porcentajes de germinación en semillas con cubiertas muy duras, como las de *Acacia sp*. Sin embargo, requiere precauciones estrictas en su manejo (FAO, 1974a; Bonner et al., 1974). El agua caliente es un tratamiento físico que rompe la testa térmicamente y acelera la germinación (São José et al., 2019). Estudios realizados indican que la escarificación mecánica rompe físicamente la testa delgada, permitiendo acceso de agua y gases es muy efectiva, especialmente en semillas duras como leguminosas (Sanabria et al., 2001; Huang et al., 2017).

Tabla 15 Prueba de Tukey al 0,05% en el factor AxB (especies y tratamientos) porcentaje promedio de germinación a los 30 días.

Factor A	Factor B	Medias	Rango		
2	4	22,00	A		
2	2	21,67	A		
2	1	15,67		B	
1	4	14,33		B	C
1	1	13,67		B	C
2	3	12,67		B	C
1	2	12,33		B	C
1	3	11,00			C

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la table 15, se puede observar que hay diferencias significativas en el tiempo promedio de germinación (TPG) según la interacción entre especie y tratamiento. Se observa que las semillas de Acacia sin tratamiento (testigo) y las semillas tratadas con agua hervida presentaron los valores más altos de TPG, ubicándose en el grupo A, lo que representa que tuvieron una germinación más

lenta. Los resultados reflejan que la efectividad de los tratamientos pregerminativos depende significativamente de la especie tratada, confirmando la interacción estadísticamente significativa observada en el ANOVA. Los resultados reflejan la importancia de seleccionar tratamientos pregerminativos según las características de la especie, dado que las semillas de leguminosas responden mejor a tratamientos químicos fuertes, mientras que las especies con dormancia múltiple requieren métodos combinados o más prolongados (Bewley et al., 2013).

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

Figura 5 Promedios para Tiempo promedio de germinación

En la gráfica 5, se observo claramente los promedios en días, obtenidos en el tiempo promedio de germinación por cada uno de los tratamientos utilizados, donde se aprecio que sin la aplicación de tratamientos pre germinativos aumentan el tiempo de germinación.

10.3. Altura de planta a los 27 días

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III), Altura de planta

Tabla 16 . ADEVA para la altura de plantas a los 27 días.

F.V.	gl	p-valor
Factor A	1	0,0001
Factor B	3	0,3109
Repeticiones	2	0,2822
Factor A*Factor B	3	0,2791
Error	14	
Total	23	
CV	23.91	

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 16, se observa que a los 27 días existe significancia entre el Factor A (especies), mientras que al respecto no existe significancia estadística en el Factor B (tratamientos) y Factor A*Factor B, teniendo un coeficiente de variación de 23,91.

Tabla 17 Prueba de Tukey al 0,05% en el factor A (especies) de altura a los 27 días.

Factor A	Medias	Rango
1	5,85	A
2	2,33	B

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 17, se puede observar que la especie de molle tuvo una media de 5,85 con un rango a, mientras que la acacia tuvo una media de 2,33 con un rango b. El árbol de molle es una planta que naturalmente se desarrolla en diferentes espacios por lo que le hace resistente a diversas dificultades y a la vez hace que esta se desarrolle de manera rápida en suelos áridos o en temporadas

de sequia (Narváez, 2019). La altura de la plántula varía según la fase de crecimiento en la que se encuentren, por lo general son sensibles al estrés hídrico, lo que limita su crecimiento.

Se debe tener en cuenta que la altura de la planta también varía según la especie que se cultiva (Solano Ortiz, 2021).

Tabla 18 Prueba de Tukey al 0,05% en el Factor AxB (especies y tratamientos) altura de planta a los 27 días.

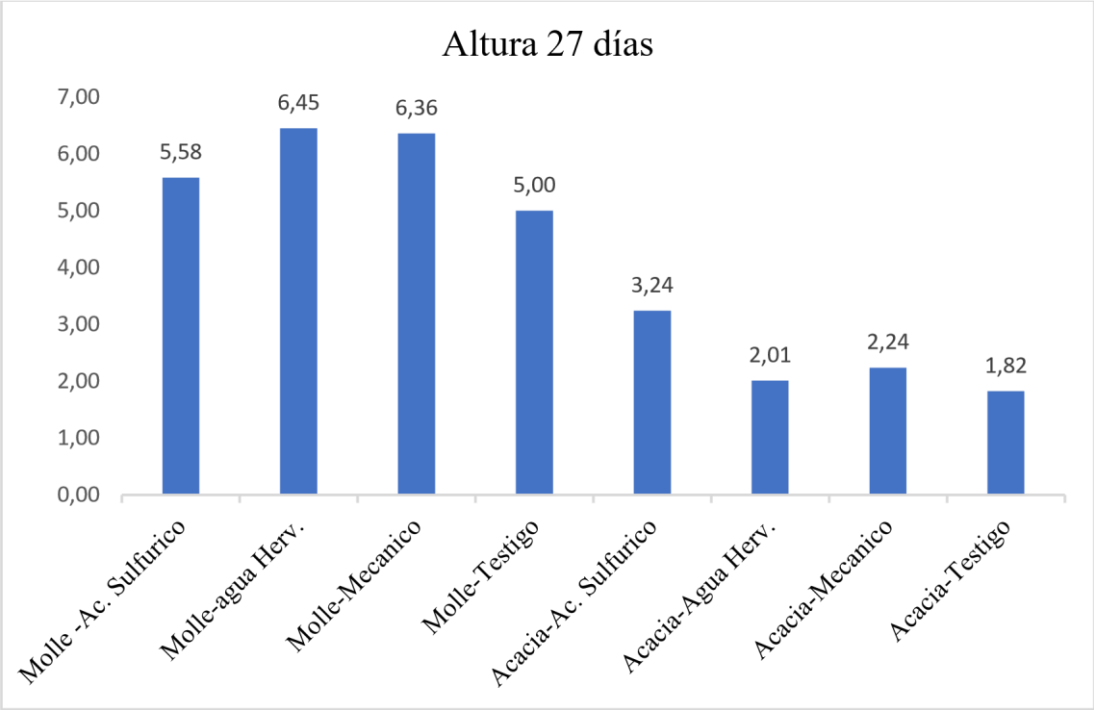
Factor A	Factor B	Medias	Rango			
1	2	6,45	A			
1	3	6,36	A			
1	1	5,58	A	B		
1	4	5,00	A	B	C	
2	1	3,24		B	C	D
2	3	2,24			C	D
2	2	2,01				D
2	4	1,82				

D

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 18, los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio de las plántulas de *Schinus molle* y *Acacia sp*. Los tratamientos 1-2 y 1-3 correspondientes a *S. molle* sometida a agua hervida y escarificación mecánica, presentaron los mayores promedios, alcanzando 6,45 cm y 6,36 cm respectivamente. En contraste acacia registró alturas considerablemente menores en todos los tratamientos, con valores que oscilaron entre 1,82 cm y 3,24 cm, ubicándose en un grupo estadístico distinto, específicamente en el grupo D, donde se encuentran los tratamientos 2-2 y 2-4. Investigaciones anteriores han comprobado que la escarificación mecánica resulta muy útil en especies que presentan dormancia de tipo físico; sin embargo, su efectividad está condicionada por características como el espesor y la estructura de la

cubierta de la semilla, las cuales difieren entre especies. De igual manera, el tratamiento con agua caliente ha dado buenos resultados al modificar la capa externa de la semilla sin causar daño al embrión (Pérez & Herrera, 2020).



Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

Figura 6 Promedios para tratamientos en la variable altura de planta a los 27días

En la gráfica 6, indica los promedios alcanzados por las plantas luego de la aplicación de tratamientos pre germinativos, donde claramente se observa que a los 27 días el molle tuvo una mayor altura con 6,45 cm. Por lo que hace referencia que al utilizar tratamientos para estimular la germinación también ayuda en los procesos fisiológicos.

10.4. Altura de planta a los 57 días

Tabla 19 ADEVA para la altura de plantas a los 57 días

F.V.	gl	p-valor
Factor A	1	0,0001
Factor B	3	0,0625

Repeticiones	2	0,5615	
Factor A*Factor B	3	0,2127	
Error	14		
Total	23		CV 14,87

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 19, se observo que el factor A (especies; molle y acacia) influyo de manera significativa en la altura, lo que significa que hay una diferencia clara entre ambas especies a los 57 días de crecimiento, teniendo un coeficiente de variación de 14,87.

Tabla 20 Prueba de Tukey al 0,05% para el Factor A (especies) de altura de planta a los 57 días.

Factor A	Medias	Rango
1	7,60	A
2	3,13	B

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 20, se observa que el Factor A (especies) tiene un impacto importante en la variable estudiada. El factor A1 (molle) mostró un resultado significativamente superior con una media de 7,60 con un rango A mientras que el tratamiento A2 (acacia) mostro una media de 3,13 con un rango B, según el análisis de Tukey. El desarrollo temprano de una plántula depende en gran medida del estado fisiológico de la semilla, de la rapidez con la que emerge y de la eficiencia con la que sus raíces logran establecerse en el sustrato. En este contexto, *Schinus molle* tiende a formar raíces más fuertes y a crecer con mayor rapidez que especies leguminosas como *Acacia sp.*, lo que puede justificar los mejores resultados obtenidos en altura (Hartmann, Kester, Davies, & Geneve, 2011). La aplicación de tratamientos pre germinativos no solo ayuda a promover la germinación, sino que también favorecieron en la altura, esto refuerza la idea de que la aplicación

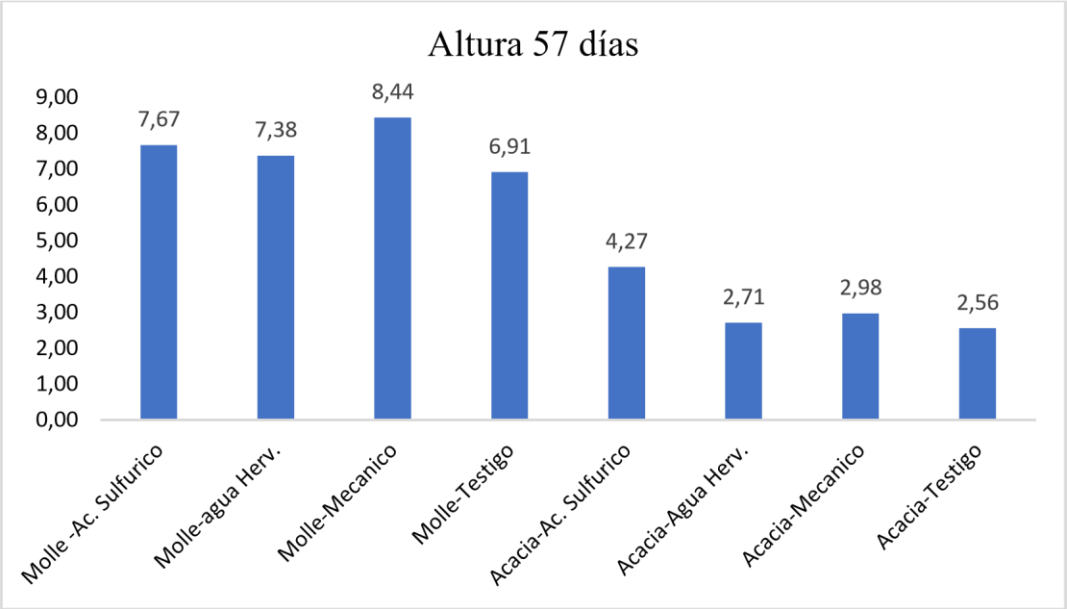
de ciertos tratamientos no solo rompe la dormancia, sino que también promueve condiciones favorables para el desarrollo pre-emergente (Amoakoh, Nortey, Sagoe & Jallah, 2017).

Tabla 21 Prueba de Tukey al 0,05% del Factor AxB (especies y tratamientos) de altura de planta a los 57 días.

Factor A	Factor B	Medias	Rango	
1	3	8,43	A	
1	1	7,67	A	
1	2	7,38	A	
1	4	6,91	A	
2	1	4,27		B
2	3	2,98		B
2	2	2,71		B
2	4	2,56		B

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 21, los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio de las plántulas de *Schinus molle* y *Acacia sp*. Los tratamientos 1-1 (molle-ácido sulfúrico) y 1-3 (molle-escarificación mecánica), presentaron los mayores promedios, alcanzando 8,43 cm y 7,67 cm respectivamente. En contraste, acacia registró alturas considerablemente menores en todos los tratamientos, con valores que oscilaron entre 2,56 cm y 2,71 cm, ubicándose en un grupo estadístico distinto rango b. Las variaciones en la estructura interna y en los procesos fisiológicos entre distintas especies forestales afectan de manera importante en su desarrollo. Por esta razón, especies como *Acacia sp.* podrían necesitar métodos de tratamiento más adecuados o periodos de evaluación más extensos para mostrar plenamente su capacidad de crecimiento (Hartmann, Kester, Davies, & Geneve, 2011).



Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

Figura 7 Promedios para tratamientos en la variable altura de planta a los 57 días

En la gráfica 7, indica los promedios alcanzados por las plantas luego de la aplicación de tratamientos pre germinativos, donde claramente se observa que a los 57 días el molle tuvo una mayor altura con 8,44 cm. Por lo que hace referencia que al utilizar tratamientos para estimular la germinación también ayuda en los procesos fisiológicos.

10.5. Altura de planta a los 87 días

Tabla 22 ADEVA para la altura a los 87 días.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	gl	p-valor
Factor A	1	0,0003
Factor B	3	0,1498
Repeticiones	2	0,9148
Factor A*Factor B	3	0,3276
Error	14	
Total	23	
CV	16,00	

Elaborado por: Totasig Danitza (2025)

En la tabla 22, se observó un análisis estadístico donde se evidenció que el Factor A (especies) tuvo un efecto altamente significativo sobre la variable altura, lo que demuestra que los tratamientos asociados a este factor influyeron de manera directa y diferenciada en el comportamiento de las plántulas evaluadas. Por otro lado, el Factor B (tratamientos) no mostro significancia estadística. Con un coeficiente de variación de 16,00.

Tabla 23 Prueba de Tukey al 0,05% para el Factor A (especies) de altura a los 87 días.

Factor A	Medias	Rango
1	13,18	A
2	9,63	B

Elaborado por: Totasig Danitza

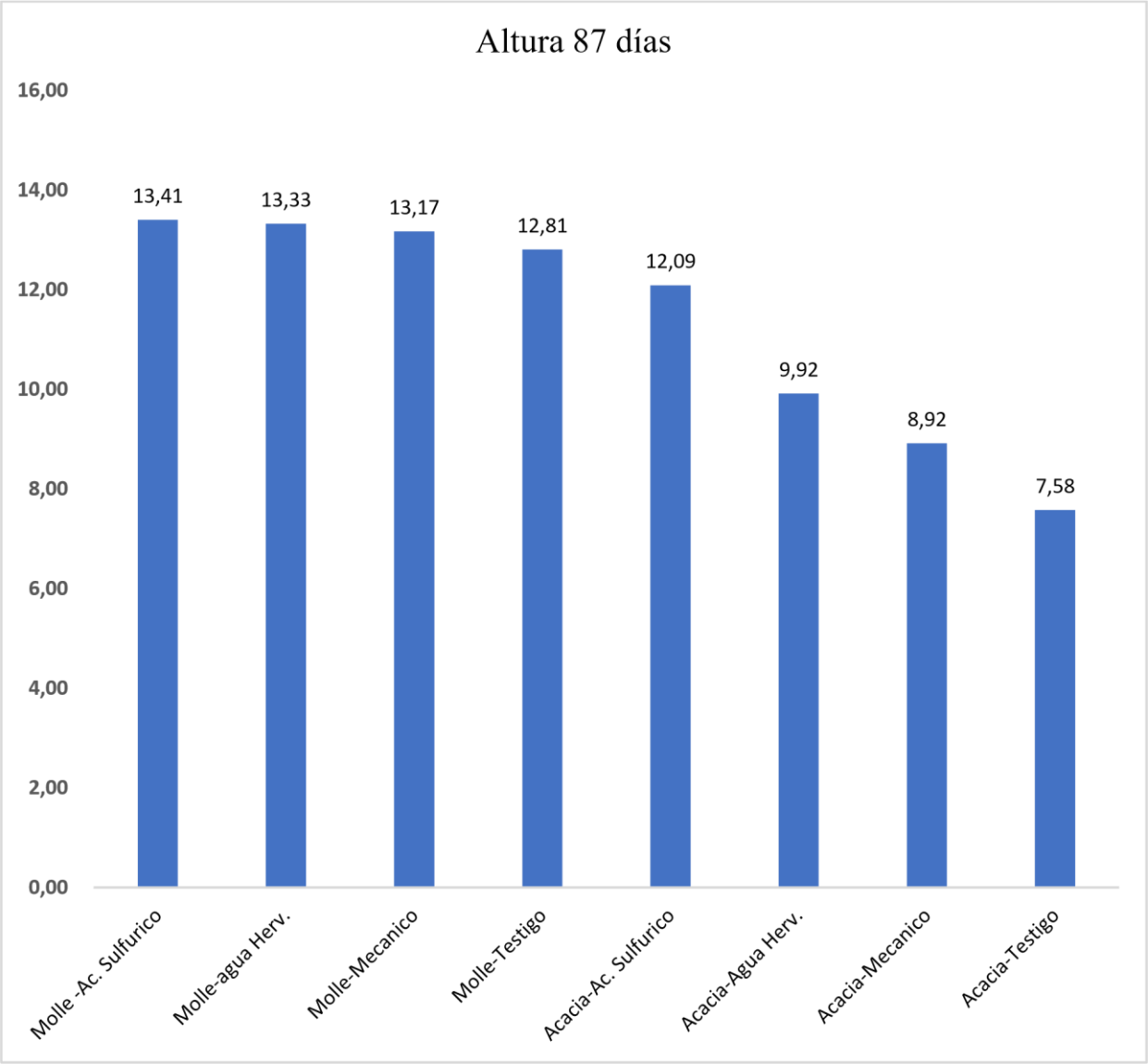
En la tabla 23, se observo *Schinus molle* presentó una media de 13,18, significativamente superior a la de *Acacia sp.* 9,63, conformando grupos estadísticamente distintos (A y B). Las plántulas de molle fueron las que tuvieron una mayor altura a los 87 días debido a la aplicación de tratamientos que ayudaron a estimular la germinación. Las variaciones en el crecimiento entre diferentes especies forestales son frecuentes y han sido ampliamente estudiadas. Se ha demostrado que factores como la composición anatómica y fisiológica de la semilla, la habilidad para absorber agua y la eficiencia en la fotosíntesis son determinantes importantes para el desarrollo después de la germinación. Asimismo, la capacidad de una especie para adaptarse a las condiciones de cultivo afecta su tasa de crecimiento; por ejemplo, *Schinus molle* generalmente muestra un crecimiento más rápido en comparación con especies como *Acacia sp.*, que pueden experimentar dormancia más prolongada o necesitar condiciones ambientales más específicas para alcanzar su máximo potencial (Baskin & Baskin, 2014; Hartmann et al., 2011).

Tabla 24 Prueba de Tukey al 0,05% para Factor AxB (especies y tratamientos) de altura de planta a los 87días.

Factor A	Factor B	Medias		
1	1	13,41	A	
1	2	13,33	A	
1	3	13,18	A	
1	4	12,81	A	B
2	1	12,09	A	B
2	2	9,92	A	B
2	3	8,92	A	B
2	4	7,58		B

Elaborado por: Totasig Danitza

En la tabla 24, se observo los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas en la altura promedio de las plántulas de *Schinus molle* y *Acacia sp*. Los tratamientos 1-1 y 1-2, correspondientes a *S. molle* sometida a escarificación con ácido sulfúrico y agua hervida, presentaron los mayores promedios, alcanzando 13,41 cm y 13,33 cm respectivamente. En contraste, *Acacia sp.* registró alturas considerablemente menores en los tratamientos 2-3 y 2-4 correspondientes a escarificación mecánica y sin tratamiento (testigo), con valores que oscilaron entre 8,92 cm y 7,58 cm, ubicándose en un grupo estadístico distinto, específicamente en el grupo B. Por otra parte, aunque *Acacia sp.* presentó un crecimiento menor en altura, los tratamientos de escarificación favorecieron su desarrollo en comparación con las semillas sin tratamiento. Esto indica que la dormancia física y la rigidez de la cubierta semilla son factores limitantes importantes para esta especie. Diversos estudios han señalado que las semillas de leguminosas como *Acacia* tienen cubiertas muy duras, lo que dificulta la absorción de agua y requiere métodos específicos para mejorar la germinación (Hartmann et al., 2011).



Elaborado por: Totasig Danitza

Figura 8 Promedios para tratamientos en la variable altura de planta a los 57 días

En la gráfica 8, indico los promedios alcanzados por las plantas luego de la aplicación de tratamientos pre germinativos, donde claramente se observa que a los 87 días el molle tuvo una mayor altura con 13,41 cm. Por lo que hace referencia que al utilizar tratamientos para estimular la germinación también ayuda en los procesos fisiológicos.

11. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 25 Costos de tratamientos

Tratamiento	**Presupuesto**
Tratamiento escarificación mecánica	33,25$
Tratamiento ácido sulfúrico	61,16$
Tratamiento imbibición agua hervida	38,40$

Elaborado por: Totasig Danitza

En la tabla 25, se observó desde una perspectiva económica, la escarificación mecánica sobresale como la alternativa más económica con un presupuesto de (33,25 $), ya que su bajo costo la convierte en una opción adecuada para investigaciones con presupuestos limitados. Esto se debe al empleo de herramientas simples, lo que además reduce su impacto sobre el medio ambiente. Por otro lado, el tratamiento que utiliza ácido sulfúrico con un presupuesto de (61,16$) los costos más detallados se puede observar en el anexo 9, resulta eficaz para estimular la germinación, pero implica un gasto más elevado, debido al valor de los productos químicos y a los implementos de seguridad necesarios para su correcta manipulación. Este tratamiento también presenta desventajas ecológicas, ya que el manejo inadecuado del ácido podría generar contaminación. Finalmente, la técnica de inmersión en agua caliente con un presupuesto de (38,40), representa una opción intermedia en cuanto a costos y cuidado ambiental. Esta alternativa aprovecha recursos disponibles en el entorno.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. Conclusiones

- El tratamiento de escarificación con ácido sulfúrico al 98% por 2 min fue el mejor tratamiento por registrar el máximo porcentaje de germinación en *Acacia sp.,* 92%, respectivamente.

- Desde una perspectiva económica, el método de escarificación mecánica se considera una opción más económica y eficiente ya que el costo de este método fue de 33,25 dolares, es una alternativa más segura y sostenible, dado que no genera residuos contaminantes ni representa riesgos para el suelo, el agua o la salud humana.

12.2. Recomendaciones

- La escarificación mecánica representa una opción más accesible ya que también obtuvo un buen porcentaje de germinación y es más segura y responsable desde el punto de vista económico y ecológico.
- Considerando que el tratamiento con ácido sulfúrico obtuvo un buen porcentaje en la germinación de semillas forestales se recomienda utilizar el tratamiento de escarificación con ácido sulfúrico al 98% sin embargo no es segura ya que no es amigable con el medio ambiente y la salud.
- Realizar otras investigaciones en las cuales se trabaje con semilla certificada que garanticen el estudio con tratamientos pre germinativos.

13. BIBLIOGRAFÍA

ARBOLAPP. (s.f). *Schinus molle.* Obtenido de Consejo Superior de Investigaciones Científicas: https://www.arbolapp.es/especies/ficha/schinus-molle/

Arvencis. (23 de Diciembre de 2024). *Fisiología de la germinación de semillas*. Obtenido de ARVENSIS AGRO S.A.: https://www.arvensis.com/es/blog-fisiologia-de-lagerminacion-de-semillas/

Abella-Sanclemente, C. S., Valois-Cuesta, H., & Polanco-Puerta, M. F. (2023). *El árbol Acacia mangium (Fabaceae) facilita la recuperación de áreas mineras en la selva lluviosa del Chocó, Colombia*. *Revista de Biología Tropical*, 71(1). https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v71i1.50991

Abella-Sanclemente, C. S., Valois-Cuesta, H., & Polanco-Puerta, M. F. (2023). *El árbol Acacia mangium (Fabaceae) facilita la recuperación de áreas mineras en la selva lluviosa del Chocó, Colombia*. *Revista de Biología Tropical*, 71(1). https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v71i1.50991

Amoakoh, O. A., Nortey, D. D. N., Sagoe, F., & Jallah, C. K. (2017). *Effects of pre-sowing treatments on the germination and early growth performance of Pouteria campachiana.* Forest Science and Technology, 13(2), 83–86. https://doi.org/10.1080/21580103.2017.1315961

Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2014). *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination* (2nd ed.). Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2011-0-07566-0

Bewley, J. D., Bradford, K., Hilhorst, H., & Nonogaki, H. (2013). *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*. Springer Science & Business Media.

BIODIVERSO, D. (2025). Obtenido de https://biodf.org/products/acacia-japonesa-acaciamelanoxylon-vivero-cali-semillas-colombia

Botanical-online. (s.f.). *Estratificación de semillas* . Obtenido de Botanical-online: https://www.botanical-online.com/cultivo/tecnica-estratificacion-semillas

CABI. (22 de Noviembre de 2019). *CABI Compendium*. Obtenido de CABI : https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompendium.49028

Cortés-Cabrera, H. E., Pérez-Domínguez, R., Flores, J., González-Tagle, M., CuéllarRodríguez, G., & Jurado, E. (2018). *Germinación de dos especies del género Acacia a temperaturas elevadas simulando cambio climático*. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(50), 304–322. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322018000600304

Carol C.Baskin&Baskin, J. M. (2014). *Ecology, Biogeography, and, Evolution of Dormancy and Germination.* Academic Press.

Chancusig, D. (2022). *Evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo en Acacia (Acacia melanoxylon) con la siembra en contorno de cuatro leguminosas, en entisoles de terraza de banco, Campus Salache, 2022.* Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/20460c93-ac30-4f148737-f6d22aa58cfa/content

Cofrep, D. A. (Julio-Diciembre de 2023). *Caracterización florística y estructura del arbolado urbano de la ciudad de Loja*. Obtenido de Bosques Latitud Cero Revista Científica Indexada: https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/1886

CONABIO. (s.f). *Schinus molle*. Obtenido de Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/3-anaca4m.pdf

EntreSemillas. (15 de Marzo de 2016). *Escarificación y estratificación de semillas*. Obtenido de

EntreSemillas: https://entresemillas.com/blog/escarificacion-y-estratificacion-de-semillas/

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (2021). *Efecto de tratamientos pregerminativos en la germinación de semillas* [Trabajo de titulación, ESPOCH]. Repositorio ESPOCH. https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/b4639ba6-5a93-4ffbb39a-ddafe0be25b6/content

Esparza Terán, B. F. (2023). *Propagación sexual de Juglans neotropica Diels. con tratamientos pregerminativos físicos y químicos* (Informe final de integración curricular, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Técnica del Norte). Ibarra, Ecuador.

Espinosa, L. M. (2022). *Evaluación de metodos de escarificación quimíca en semillas de tamarindo (Tamarindus indica L.) en el Cantón Salinas, Provincia de Santa Elena* . Obtenido de UPES: https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7563/1/UPSE-TIA2022-0019.pdf

FAO. (1992). *El Ecosistema Forestal Urbano en Quito: Potencial y Diversidad*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): https://www.fao.org/4/w7445s/w7445s04.htm#TopOfPage

Food and Agriculture Organization. (1974a). *A Guide to Forest Seed Handling*. FAO.

Food and Agriculture Organization. (s. f.). *Producción de Acacia* [Documento PDF]. FAO. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/1_Produccion%20Acacia.pdf

Garvillo. (2 de Diciembre de 2023). *El proceso de germinación: cómo germina y crece una semilla*. Obtenido de Garvillo: https://garvillo.com/es/como-germina-una-semilla/

Ghassali, F., Bouaziz, M., & Benmoussa, H. (2012). *Germination dynamics of Acacia species under different seed treatments*. Retrieved from

https://www.researchgate.net/publication/265167382

Global Forest Watch. (2025). *Ecuador: Tablero de datos forestales*. Global Forest Watch. https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/ECU/6/

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). *Plant Propagation: Principles and Practices* (8th ed.). Pearson Education.

Huang, X., et al. (2017). [Estudio sobre técnicas de escarificación física y su eficacia].

Iturralde., C. (2022). El molle, un árbol ancestral con propiedades curativas. Cultura de Montaña.

JARDIMAG. (26 de marzo de 2025). *JARDIMAG*. Obtenido de JARDIMAG JARDINES Y MANTENIMIENTO: https://www.jardimag.ec/noticia/item/el-arbol-de-molle-un-tesoronatural-de-la-flora-andina

Kheloufi, M., Mansouri, L. M., & Khaled, M. (2019). Maximizing seed germination in five species of the genus *Acacia* using sulphuric acid pretreatment. *Reforesta*, (7), 113–122. https://doi.org/10.21750/REFOR.7.11.79

Léchon Quilumbaquín, L. A. (2010). *Inventario de especies arbóreas de la zona urbana del cantón Cayambe* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito]. Repositorio UPS. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4589/6/UPS-YT00055.pdf

MAE. (2012). *Ministerio del Ambiente del Ecuador.* Obtenido de Ministerio del Ambiente del Ecuador: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/BosquesSecos4.pdf

MAG. (12 de Agosto de 2020). *Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Obtenido de MAG impulsa plantaciones forestales comerciales para evitar la deforestación:

https://www.agricultura.gob.ec/mag-impulsa-plantaciones-forestales-comerciales-paraevitar-la-deforestacion/

Merino, M. (03 de Abril de 2023). *Más de 27 mil nuevos árboles y plantas ornamentales embellecen Quito*. Obtenido de Municipio del Distrito Metropolitano de Quito: https://www.quitoinforma.gob.ec/2023/04/03/mas-de-27-mil-nuevos-arboles-y-plantasornamentales-embellecen-quito/

MPCEIP. (26 de Abril de 2024). *Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca 2023.* Obtenido de MPCEIP: https://www.produccion.gob.ec/wpcontent/uploads/2024/04/INFORME-DE-GESTION-MPCEIP-2023.pdf

Narváez, A. D. (2019). *Evaluación de tratamientos pregerminativos en semillas de guayusa (Ilex guayusa Loes.) en la parroquia Chontapunta, cantón Tena, provincia de Napo* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17084/1/UPS-CT008174.pdf

Nordeste, U. N. (2013). *Guía de estudio: Germinación de semillas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.* Obtenido de Universidad Nacional del Nordeste: https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf

Portalfruticola. (8 de Noviembre de 2017). *Procesos de escarificación, estratificación y conservación de semillas*. Obtenido de Portalfruticola.com: https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/11/08/procesos-de-escarificacionestratificacion-y-conservacion-de-semillas/

Pedro, S. I., Antunes, C. A. L., Horta, C., Pitacas, I., Gonçalves, J., Gominho, J., Gallardo, E., & Anjos, O. (2023). *Characterization of mineral composition and nutritional value of Acacia green pods*. *Plants, 12*(9), 1853. https://doi.org/10.3390/plants12091853

Pereira, M. P., Corrêa, F. F., Polo, M., Castro, E. M., Cardoso, A. Á., & Pereira, F. J. (2016). *Seed germination of Schinus molle L. (Anacardiaceae) as related to its anatomy and dormancy alleviation*. Seed Science Research, 26(4), 351–361. https://doi.org/10.1017/S0960258516000167

Pérez, M. L., & Herrera, J. C. (2020). Efecto de tratamientos pregerminativos en la emergencia de plántulas de especies forestales nativas. *Revista Forestal Latinoamericana*, 55(2), 113–122. https://doi.org/10.22371/rfl.2020.55.2.113

Reyes, G., Carmona, S. L., & Fernández, M. E. (2018). *Aspectos fisiológicos y de aprovechamiento de Acacia mangium Willd.: Una revisión*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(1), 263–272. https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7340

Reyes, G., Carmona, S. L., & Fernández, M. E. (2018). *Aspectos fisiológicos y de aprovechamiento de Acacia mangium Willd.: Una revisión*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(1), 263–272. https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7340

Reyes, G., Carmona, S. L., & Fernández, M. E. (2018). *Aspectos fisiológicos y de aprovechamiento de Acacia mangium Willd.: Una revisión*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(1), 263–272. https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i1.7340

Roa Nieto, C. E. (2017). *Efecto de la estratificación sobre la germinación de semillas de Badea (Passiflora quadrangularis L.)* (Trabajo de grado). Universidad Nacional Abierta y a

Distancia “UNAD”, Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y del Medio Ambiente, Bogotá, Colombia. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17525/5821408.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Rodríguez Pedroso, A. T., Ramírez Arrebato, M. A., Bautista Baños, S., Cruz Triana, A., & Rivero, D. (2012). Actividad antifúngica de extractos de *Acacia farnesiana* sobre el crecimiento in vitro de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Revista de Fitopatología*, (fecha de publicación o volumen si disponible), páginas si están disponibles. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba y Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, México. file:///C:/Users/user/Downloads/DialnetActividadAntifungicaDeExtractosDeAcaciaFarnesianaS4277990.pdf

Sierra, C. A. (2023). *DETERMINACIÓN DE TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS DE*. Obtenido de UTN: https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15304/2/03%20FOR%20370%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf

Salgado Canales, J. A., & Salgado Canales, M. D. (2017). *Germinación de la semilla de marango (Moringa oleifera Lam.) a diferentes edades y aplicación de tratamientos pre-germinativos* [Trabajo de graduación, Universidad Nacional Agraria, Nicaragua]. Repositorio Institucional UNA. https://repositorio.una.edu.ni/3455/1/tnk10s164g.pdf

Sallaberry, F., Rojas, A., & Morales, L. (2007). *Depredación de semillas por Bruchidae en especies de Acacia del cono sur*. Revista Chilena de Historia Natural, 80(2), 205–214. https://doi.org/10.4067/S0716-078X2007000200006

Sanabria, D., Silva, R., Oliveros, M., & Barrios, R. (2001). *Physical scarification improves seed germination in Vachellia macracantha compared to chemical treatments*. Redalyc.

São José, J. F. B., Volpiano, C. G., Vargas, L. K., Hernandes, M. A. S., Lisboa, B. B., Schlindwein, G., ... & Sampaio, J. A. T. (2019). *Influence of hot water on breaking dormancy, incubation temperature and rhizobial inoculation on germination of Acacia mearnsii seeds*. Australian Forestry. https://doi.org/10.1080/00049158.2019.1636350

Sarmiento López, H. (2024). *Control de hongos causantes del damping-off (enfermedad de almácigo) in vitro y en un vivero forestal por extractos de plantas del estado de Durango* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León]. http://eprints.uanl.mx/26790/1/1080312783.pdf

Sembrando Perú. (2021). *Ficha técnica Remix 1 (código 1520100-Fine)* [Ficha técnica]. https://sembrandoperu.com.pe/wp-content/uploads/2021/05/Ficha-Tecnica-Remix-1-1520100F.pdf

Solano Ortiz, K. J. (2021). *Tratamientos pregerminativos en semillas de Lagenaria siceraria Molina Standl.* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio UPSE. https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5819/1/UPSE-TIA-20210021.pdf

Suqui Carchi, G. E. (2019). *Evaluación de la eficiencia de tres insecticidas para el control de la mosca de la semilla (Delia platura Meigen) de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) por el método de recubrimiento en el barrio San Isidro Los Bancos, parroquia Aláquez, Latacunga, Cotopaxi, 2019* [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC.

https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/12590f01-6c45-4586-9234e6f1135d841e/content

Taipicaña Comasanta, C. V. (2019). *Evaluación del efecto de tres herbicidas selectivos con tres dosis para el control de malezas en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd) en preemergencia, Salache, Latacunga, Cotopaxi 2019* (Trabajo de titulación). Universidad Técnica de Cotopaxi. https://repositorio.utc.edu.ec/bitstreams/b255d0e1-b687-42d7-9491-615f16775a19/download

TILLAGUANGO, P. M. (2022). *Evaluación de tres sustratos para la producción de plantas de balsa (Ochroma pyramidale) en vivero, en la provincia de Orellana (Trabajo de integración curricular para optar al título de Ingeniera Agrónoma).* Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera de Agronomía.: https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/e742f24c06a3-4389-83df-9cb155c1f079/content

URA. (2021). *URA - Agencia Vasca del Agua*. Obtenido de Manual de buenas prácticas para gestión de especies de plantas invasoras en ámbito fluvial de: https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/manual_especies_invasoras/es_def/adjuntos/URA_Ficha_Acacia_melanoxylon_acacia_negra.pdf

Universidad Nacional de Colombia (UNAL). (2017). *Evaluación del crecimiento de Acacia mangium en función de variables biofísicas en la altillanura colombiana*. Repositorio Institucional UNAL. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59575

Universidad Tecnológica de la Mixteca. (s.f.). *Tratamientos pregerminativos para la mejora de la germinación de semillas*. Recuperado de https://www.utm.mx/~temas/temasdocs/n0855.pdf

VERDES, C. (s.f.). *CIUDADES VERDES.* Obtenido de Schinus molle : https://ciudadesverdes.com/arboles/schinusmolle/#:~:text=M%C3%A9todo%20de%20propagaci%C3%B3n,condiciones%20ambien tales%20por%20un%20a%C3%B1o.

Zuloaga, R., Martínez, M., & Ramírez, J. (2020). Influencia de la morfología de la semilla en la germinación de especies forestales nativas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 14(1), 45–56. https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i1.10855