



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

**EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS Y DOS MÉTODOS DE
ESCARIFICACIÓN EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Alnus
acuminata* H.B.K. EN EL VIVERO DE LA ESPOCH, RIOBAMBA,
CHIMBORAZO**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

LUIS ROBERTO TUGULINAGO FARINANGO

Riobamba – Ecuador

2022



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

**EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS Y DOS MÉTODOS DE
ESCARIFICACIÓN EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Alnus
acuminata* H.B.K. EN EL VIVERO DE LA ESPOCH, RIOBAMBA,
CHIMBORAZO**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: LUIS ROBERTO TUGULINAGO FARINANGO

DIRECTOR: Ing. CARLOS FRANCISCO CARPIO COBA, MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Luis Roberto Tugulinago Farinango

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

Yo, LUIS ROBERTO TUGULINAGO FARINANGO, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 14 de julio de 2022.

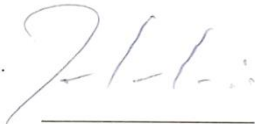
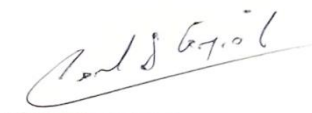



Luis Roberto Tugulinago Farinango

C.I: 1727674713

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS HUMANOS
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación, Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE DOS SUSTRATOS Y DOS MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Alnus acuminata* H.B.K. EN EL VIVERO DE LA ESPOCH, RIOBAMBA, CHIMBORAZO**, realizado por el señor **LUIS ROBERTO TUGULINAGO FARINANGO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Rolando Fabián Zabala Vizuite, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2022-07-14
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba, MSc DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	 _____	2022-07-14
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva, MSc MIEMBRO DE TRIBUNAL	 _____	2022-07-14

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mi madre quien ha sido la motivación necesaria para desarrollar y alcanzar los objetivos que nos hemos propuesto

A mi Abuelita Valentina y mi padre Hilario que en el cielo nos cuide y nos proteja quienes muy dignamente tienen merecido un espacio por el amor y sabios consejos que me dicto y a mi familia por estar siempre junto a mí, en mis aciertos y desaciertos

Luis

AGRADECIMIENTO

Sin lugar a duda al ser supremo más importante que es Dios por la vida que me ha otorgado y por ser tan benevolente conmigo en todos los caminos que me ha deparado.

A mis padres por haber tomado la decisión más sabia apoyarme en la educación a mi tía y abuela por haber sido el timón en los momentos más difíciles lo cual ha generado romper barreras que en la vida se me han presentado.

A la Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, institución magna que fue la responsable en permitirme una formación científica y humana, los cuales han sido verdaderos soportes para el desarrollo en mi profesión.

Mis más nobles y sinceros agradecimientos a los Ingenieros Carlos Carpio y Vilma Noboa., Director y Miembro de Tesis por su oportuna y calificada colaboración en el desarrollo de este proyecto.

Luis

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	4
1.1. Descripción botánica del aliso (<i>Alnus acuminata</i>).....	4
1.1.1. <i>Taxonomía de la especie</i>	4
1.1.2. <i>Características dendrológicas</i>	4
1.1.2.1. <i>Árbol</i>	4
1.1.2.2. <i>Hojas</i>	5
1.1.2.3. <i>Flores</i>	5
1.1.2.4. <i>Fruto</i>	5
1.1.3. <i>Requerimientos edáficos</i>	5
1.1.4. <i>Hábitat y ecología</i>	5
1.1.5. <i>Usos</i>	6
1.1.6. <i>Propagación</i>	6
1.2. Vivero forestal.....	6
1.2.1. <i>Definición de vivero</i>	6
1.2.2. <i>Tipos de vivero</i>	6
1.2.2.1. <i>Temporales</i>	6
1.2.2.2. <i>Permanentes</i>	7
1.2.3. <i>Áreas de propagación</i>	7
1.2.3.1. <i>Área de germinación</i>	7
1.2.3.2. <i>Área de crecimiento</i>	7
1.2.3.3. <i>Área de almacenamiento</i>	7
1.2.3.4. <i>Área para preparación de tierra (mezcla de sustratos)</i>	7
1.2.4. <i>Ubicación del vivero</i>	8
1.2.4.1. <i>Agua</i>	8
1.2.4.2. <i>Clima</i>	8

1.2.4.3.	<i>Fisiografía</i>	8
1.2.4.4.	<i>Accesos</i>	8
1.2.4.5.	<i>Protección</i>	8
1.3.	Sustratos	9
1.3.1.	<i>Definición</i>	9
1.3.2.	<i>Propiedades del sustrato</i>	9
1.3.2.1.	<i>Propiedades químicas y físico-químicas</i>	9
1.3.2.2.	<i>Propiedades físicas</i>	9
1.3.2.3.	<i>Sustrato ideal</i>	10
1.3.3.	<i>Componentes del sustrato</i>	10
1.3.3.1.	<i>Cascarilla de arroz</i>	10
1.3.3.2.	<i>Tierra negra</i>	10
1.3.3.3.	<i>Humus</i>	10
1.3.3.4.	<i>Arena</i>	11
1.4.	Métodos de propagación	11
1.4.1.	<i>Propagación asexual</i>	11
1.4.2.	<i>Propagación sexual</i>	11
1.5.	Métodos de escarificación	12
1.5.1.	<i>Tipos de escarificación</i>	13
1.5.1.1.	<i>Escarificación mecánica</i>	13
1.5.1.2.	<i>Escarificación con agua caliente</i>	13
1.5.1.3.	<i>Escarificación con agua a temperatura ambiente</i>	14
1.5.1.4.	<i>Escarificación con ácidos</i>	14

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	16
2.1.	Descripción del sitio	16
2.1.1.	<i>Ubicación política</i>	16
2.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	16
2.1.3.	<i>Características climáticas y tipo de ecosistema</i>	16
2.1.4.	<i>Materiales y equipos</i>	16
2.1.4.1.	<i>Materiales de campo</i>	16
2.1.4.2.	<i>Material biológico</i>	16
2.1.4.3.	<i>Equipos de oficina</i>	17
2.2.	Características específicas del campo experimental	17
2.2.1.	<i>Ubicación geográfica</i>	17

2.3.	Metodología	17
2.3.1.	<i>Preparación de sustratos</i>	17
2.3.2.	<i>Desinfección del sustrato</i>	18
2.3.3.	<i>Escarificación de las semillas</i>	18
2.3.4.	<i>Instalación del ensayo</i>	18
2.3.4.1.	<i>Enfundado</i>	18
2.3.4.2.	<i>Siembra</i>	19
2.3.4.3.	<i>Riego</i>	19
2.3.5.	<i>Diseño experimental</i>	19
2.3.5.1.	<i>Interacciones de los métodos de escarificación y los métodos de sustrato</i>	20
2.3.6.	<i>Recolección de datos</i>	20
2.3.6.1.	<i>Porcentaje de germinación (PG)</i>	20
2.3.6.2.	<i>Altura de planta, número de hojas verdaderas</i>	21
2.4.	Análisis estadístico	21

CAPÍTULO III

3.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	22
3.1.	Resultados de los parámetros de evaluación	22
3.1.1.	<i>Porcentaje de germinación</i>	22
3.1.2.	<i>Altura de planta a los 30 días</i>	23
3.1.3.	<i>Altura de planta a los 60 días</i>	24
3.1.4.	<i>Número de hojas verdaderas a los 30 días</i>	25
3.1.5.	<i>Número de hojas verdaderas a los 60 días</i>	26
3.2.	Discusión	27

	CONCLUSIONES	30
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	31
--	------------------------------	----

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- 2:	Tratamientos del experimento	19
Tabla 2- 2:	Interacciones de los métodos de escarificación y los métodos de sustrato.....	20
Tabla 1-3:	Análisis de varianza para germinación a los 30 días	23
Tabla 2-3:	Análisis de varianza para altura de planta a los 60 días	25
Tabla 3-3:	Análisis de varianza para número de hojas verdaderas a los 60 días	27

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Porcentaje de germinación de las semillas por cada tratamiento	22
Gráfico 2-3:	Altura de plántula a los 30 días para los 12 tratamientos	23
Gráfico 3-3:	Altura de plántula a los 60 días para los 12 tratamientos	24
Gráfico 4-3:	Número de hojas verdaderas a los 30 días para los 12 tratamientos	25
Gráfico 5-3:	Número de hojas verdaderas a los 60 días para los 12 tratamientos	26

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: MATERIALES UTILIZADOS PARA EL TRATAMIENTO DE LA SEMILLA

ANEXO B: LABORES REALIZADAS EN EL VIVERO

ANEXO C: SEMILLAS GERMINADAS EN EL VIVERO

ANEXO D: ANÁLISIS ESTADÍSTICOS EN INFOSTAT

RESUMEN

Este estudio evaluó dos tipos de sustratos y dos métodos de escarificación en la propagación sexual de Aliso (*Alnus acuminata*) dentro del vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba. Se utilizó dos tipos de sustratos S1 (arena 20% + tierra 40% + turba 40%), S2 (arena 25% + tierra 75%), como métodos de escarificación a temperatura ambiente durante (5, 10 y 15 días) y con ácido giberélico a 270 ppm a tres niveles de tiempo de inmersión (12, 24 y 36 horas), las variables a evaluar fueron el porcentaje de germinación, altura de la planta y número de hojas verdaderas, se tomó los datos a los 30 y 60 días. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar utilizando 12 tratamientos con tres repeticiones con un total de 360 unidades experimentales. Para el análisis de la varianza (ANOVA) de los datos obtenidos se utilizó la prueba de Tukey al 0,05% en el software InfoStat. Los resultados mostraron que el mayor porcentaje de semillas germinadas fue en el tratamiento T3 (23,3%) con el sustrato que está compuesto por arena 20%, tierra 40% turba 40%, con escarificación a temperatura ambiente por 15 días. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, ni en la germinación ni en la evaluación de las variables vegetativas. Se recomienda la aplicación a base de arena, tierra y turba con escarificación de ácido giberélico así como la escarificación con agua a temperatura ambiente durante 15 días para lograr incrementar la altura de planta a los 30 y 60 días y obtener una adecuada germinación.

Palabras clave: <ALISO>, <ÁCIDO GIBERÉLICO>, <ESCARIFICACIÓN>, <GERMINACIÓN>, <SUSTRATO>




1902-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

This study evaluated two types of substrates and two scarification methods in the sexual propagation of Aliso (*Alnus acuminata*) within the nursery of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba. Two types of substrates S1 (sand 20% + earth 40% + peat 40%), S2 (sand 25% + earth 75%) were used as scarification methods at room temperature for (5, 10 and 15 days) and with acid gibberellic at 270 ppm at three levels of immersion time (12, 24 and 36 hours). The variables to be evaluated were the percentage of germination, plant height and number of true leaves, the data was taken at 30 and 60 days. A completely randomized block design was used using 12 treatments with three replications with a total of 360 experimental units. For the analysis of variance (ANOVA) of the data obtained, the Tukey test at 0.05% was used in the InfoStat software. The results showed that the highest percentage of germinated seeds was in the T3 treatment (23.3%) with the substrate that is composed of 20% sand, 40% peat 40% soil, with scarification at room temperature for 15 days. No significant differences were found between treatments, neither in germination nor in the evaluation of vegetative variables. Application based on sand, earth and peat with gibberellic acid scarification is recommended, as well as scarification with water at room temperature for 15 days to increase plant height at 30 and 60 days and obtain adequate germination.

Keywords: <ALDER>, <GIBERELIC ACID>, <SCARIFICATION>, <GERMINATION>, <SUBSTRATE>.

Riobamba, September 26, 2022



PhD. Dennys Tenelanda López
ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

Las especies forestales son fuente de servicios ecosistémico como por ejemplo servicios de provisión para la alimentación de animales silvestres, y su aprovechamiento para leña, madera, frutas y fertilizantes orgánicos, y otros servicios culturales por su belleza paisajística e inspiración (Adhikari et al., 2018, p. 17). Su sostenibilidad depende en gran medida de una adecuada propagación para permitir su diversidad genética (Nonić y Šijačić-Nikolić, 2021, p. 34).

La propagación de especies nativas a nivel de viveros en la región Andina del Ecuador se realiza mediante medios o sustratos tradicionales, en donde se mezcla tierra negra con arena en una relación de 3-1 (Seminario et al., 2019, p. 32). Estos sistemas tradicionales pueden afectar el crecimiento y, en consecuencia, la calidad de las plántulas, dado a que no todas las especies responden de igual manera a la aplicación de este sustrato, debido a características intrínsecas morfológicas (Seminario et al., 2019). Los métodos de escarificación tradicionales a temperatura ambiente en ocasiones no permiten una adecuada germinación en especies forestales (Borah et al., 2021, p. 37).

Debido a una falta de investigación acerca de los sustratos alternativos adecuados para la propagación de especies forestales, en el presente estudio se ha propuesto un sustrato alternativo a base de tierra, arena y turba con un método de escarificación a base de ácido giberélico en la especie aliso (*Alnus acuminata*), debido a que se ha observado en los viveros de la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo (ESPOCH) que su porcentaje de germinación es bajo, siendo esta una limitante para su propagación. Los resultados permitieron determinar qué tipo de sustrato es el más adecuado para un mejor desarrollo de esta especie, así como también qué método de escarificación permitió una mejor germinación y posterior implantación a nivel de vivero en las instalaciones de la ESPOCH en la ciudad de Riobamba.

La especie en estudio fue seleccionada debido a su alta demanda en la industria forestal para proyectos ambientales. Además, esta especie a comparación de otras (e.g. Pumamaqui) es de rápido crecimiento, aporta gran cantidad de nitrógeno al suelo, recuperando suelos erosionados, y tiene diversos usos como fuente de medicina natural, materia prima para mueblería, y su importante rol en la protección de cuencas y microcuencas hidrográficas.

El presente estudio está conformado por los siguientes capítulos:

Capítulo I: Se menciona una introducción general y la problemática existente en la propagación del aliso a nivel de vivero. Se presenta la justificación, objetivo general y específico, y se plantea una hipótesis de trabajo a comprobar.

Capítulo II: Se aborda el marco teórico relacionado al tema propuesto, incluyendo las características botánicas y dendrológicas de la especie en estudio, métodos de propagación, métodos de escarificación, tipos de sustratos, y tipos de viveros.

Capítulo III: Se hace mención a los materiales y metodología empleada, con una descripción de la localización del sitio experimental, el diseño experimental utilizado, y la forma de recolección de datos. Se hace referencia al análisis e interpretación de resultados

Se concluye con las conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos.

Problema

La propagación de especies forestales en la región Sierra del Ecuador, y especialmente de aquellas que tiene importancia económica como el aliso, han sido trabajadas en vivero bajo sustratos o medios tradicionales y técnicas germinativas que muchas de las ocasiones no son apropiadas para la germinación adecuada y posterior desarrollo. En el vivero de la ESPOCH por observación propia se ha identificado que el porcentaje de germinación del aliso es bajo, respecto a otras especies que allí se siembran. Este bajo porcentaje (<10% por cada 100 plántulas sembradas), puede deberse al tipo de sustrato convencional utilizado (arena y tierra) o también al método de escarificación aplicado, tal como reporta el estudio de Queya Quispe, 2015.

El factor germinativo también se encuentra en función el aprovechamiento de sustancias químicas, físicas y orgánicas que presente el sustrato. Por ello, en el presente estudio, se propone una alternativa de sustrato a base de tierra, arena y turba, con un método de escarificación a base de ácido giberélico para dar determinar si la germinación del aliso, altura de planta, número de hojas y diámetro a la altura del cuello (DAC) es mejor con la utilización de este sustrato.

Justificación

La presente investigación se justifica ya que contribuye a generar conocimiento tanto para viveristas como técnicos forestales con el fin de que les permitan mantener y mejorar la producción de esta especie, así como incrementar planes y programas forestales y agroforestales con esta especie nativa en la región interandina. En tal virtud, el presente estudio indirectamente incentiva la producción de plántulas de especies nativas como el aliso a nivel de vivero, cuyo fin se orienta a una repoblación arbórea, que permita combatir la deforestación y recuperar suelos degradados o pérdida de cobertura vegetal en el cantón Riobamba.

Además, la presente investigación eligió al aliso como sujeto de estudio ya que es una planta nativa fijadora de nitrógeno y que ha brindado beneficios ecosistémicos a las comunidades rurales

de Riobamba, dada sus características maderables y leñosas. Su uso es primordial como materia prima, medicina natural, aporte de materia orgánica, protección de cultivos en un sistema agro pastoril, e importante para mantener cuencas hídricas, micro-cuencas y páramos.

Desde el punto de vista teórico, el presente trabajo se justifica dado que puede resolver el problema en cuestión con todo el soporte teórico de la literatura relacionado a métodos de propagación, métodos de escarificación en especies forestales. De tal manera, que permita el desarrollo del mismo, a la medida de las necesidades y requerimientos del alcance del estudio. Desde el punto de vista metodológico se justifica ya que se utilizan métodos y técnicas de investigación que permiten obtener información clara, concisa, confiable y relevante para la consecución de los objetivos planteados.

Desde el punto de vista científico-práctico ya que permite conocer la respuesta fisiológica que presenta la semilla de aliso frente a dos tipos de sustratos y dos tipos escarificación. Esta respuesta fisiológica permite a su vez romper la latencia o dormancia de la semilla, y así poder comprobar que tratamiento es el más adecuado para la germinación a nivel de vivero en las instalaciones de la ESPOCH.

Hipótesis

La especie *A. acuminata* presenta un porcentaje mayor de germinación utilizando el sustrato a base de tierra, arena y turba, y con la aplicación de ácido giberélico durante 12 a 36 horas como método de escarificación.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar dos tipos de sustratos y dos métodos de escarificación en la propagación sexual de *Alnus acuminata* en el vivero de la ESPOCH, en la ciudad de Riobamba.

Objetivos específicos

Determinar el efecto de los sustratos y los métodos de escarificación en términos de porcentaje de germinación de *Alnus acuminata*.

Evaluar el efecto de la aplicación de los sustratos y métodos de escarificación en *A. acuminata* mediante la altura de plántula, número de hojas y diámetro a la altura del cuello

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Descripción botánica del aliso (*Alnus acuminata*)

Acorde a (Wicaksono et al., 2017, p. 45) la taxonomía del aliso corresponde a:

1.1.1. Taxonomía de la especie

Reino: Plantae

Subreino: Tracheobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Hamamelididae

Orden: Fagales

Familia: Betulaceae

Género: *Alnus*

Especie: *acuminata*

Nombres comunes: Aliso, cerezo, chaquiro, fresno, lambrán y rambrán

1.1.2. Características dendrológicas

1.1.2.1. Árbol

Es una especie distribuida en altitudes entre 1.400 y 3.200 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). Alcanza una altura entre 15 y 30 metros, con un diámetro a la altura del pecho (DAP) de hasta 80 cm (Mora, 2018, p. 67). Se desarrolla en suelos profundos o medio-profundos con subsuelo, aunque también puede crecer en laderas de montañas menos húmedas. Es un árbol de hoja perenne caducifolia, con un dosel piramidal estrecho. A menudo presenta hojas ovadas con varios tallos. A campo abierto, desarrolla ramas más gruesas desde la base, mientras que en bosque natural presenta una mayor proporción de tallos sin ramas de corteza lisa o ligeramente áspera. En los individuos más viejos, a menudo presenta pliegues transversales o estrechos alrededor de la fruta de forma ovalada a elíptica, frondosa a irregular, con bordes alados, firme, de apariencia amplia y expandida (H. Gutiérrez, 2020, p. 67).

1.1.2.2. Hojas

Sus hojas son simples, alternas con márgenes aserrados en forma de pluma con nervios prominentes, color verde oscuro y glabras por el haz y gris abajo y pubescentes por el envés (Mendoza et al., 2019, p. 45). El limbo de la hoja es pequeña y ovalada, de entre 8 cm a 20 cm de largo y de 3 cm a 6 cm de ancho. Sus nervaduras son pinnadas, compuestas por 12-16 pares de nervios secundarios muy rectas, ligeramente gruesas y bien diferenciadas. Su ápice es puntiagudo, mientras que su base es aguda a obtusa (Mendoza et al., 2019, p. 48).

1.1.2.3. Flores

La inflorescencia masculina es oblonga con numerosos sépalos, posee tres flores con un cáliz cada una, membranosos e imbricados. Las brácteas protegen una cima triflora (Paco Mariño, 2014). En cambio, la inflorescencia femenina es una espiga de forma cilíndrica de 0,7 cm a 2,5 cm de largo y 0,5 cm a 1,2 cm de diámetro, con inflorescencias secundarias con dos flores en un tallo, ovario bicelular desnudo (Paco Mariño, 2014, p. 67).

1.1.2.4. Fruto

El fruto es cónico y pequeño. Las semillas deben recolectarse cuando sean de color amarillo oscuro o marrón claro antes de que se seque la planta. Se recomienda secarlos a la sombra en un lugar ventilado sobre una superficie lisa (Morales Betancourt, 2018, p. 59).

1.1.3. *Requerimientos edáficos*

Esta especie tiende a crecer fácil y espontáneamente en suelos arenosos, a veces rocosos, y a menudo arenosos, cercano a fuentes de agua. Sin embargo, se adapta también a una variedad de tipos de suelo y condiciones de humedad. No es exigente en calidad del suelo, desarrollándose bien en suelos ácidos y no requiere grandes cantidades de materia orgánica (Cardozo, 2018, p. 78).

1.1.4. *Hábitat y ecología*

En Ecuador, el aliso se encuentra en toda la cordillera desde la provincia del Carchi hasta la provincia de Loja, incluyendo las estribaciones de la Sierra hacia la Costa y el Amazonas, especialmente en la desembocadura y la ceja de montaña donde generalmente, se encuentra una gran condensación de neblina (Aulestia-Guerrero et al., 2018, p. 67).

1.1.5. Usos

Autores mencionan diversos usos potenciales del aliso y sus principales aplicaciones como, por ejemplo, en el diseño de interiores, mueblería, cajonería, como material aislante, mallas, tableros de revestimiento, construcciones, empaquetería, producción de lápices de gama media, cartulinas, hormas, y utensilios de cocina de calidad media (Edilberto & Sonia, 2016, p. 89).

1.1.6. Propagación

Acorde a Tito, (2019), para obtener semillas de aliso de alta calidad y asegurar la germinación, al momento de la cosecha la fruta comienza a ponerse marrón y se seca a la sombra durante 3-5 días y luego se siembra inmediatamente, porque las semillas se caen rápidamente. Para la siembra se debe utilizar un medio con buena porosidad y textura suelta para reducir la resistencia mecánica de la germinación; entre los materiales recomendados están: tierra negra, tierra de aliso, arena, tierra seca para macetas, etc. Colocando de 30 a 60 gr de semillas para obtener 4.500 a 8.000 plantas.

1.2. Vivero forestal

1.2.1. Definición de vivero

El vivero es un lugar para producir plántulas nativas y exóticas de alta calidad, para satisfacer las necesidades de forestación y reforestación, con el fin de asegurar que los árboles sobrevivan, se adapten, se cosechen y se implanten nuevamente en un entorno natural o intervenido (Dumroese et al., 2016, p. 59).

1.2.2. Tipos de vivero

Los viveros forestales se pueden clasificar acorde a Bernaola Paucar et al., (2017) en temporales o permanentes.

1.2.2.1. Temporales

El público objetivo es la producción y suministro de plántulas de diferentes tipos para proyectos de forestación en lugares de difícil acceso, que ocupan la tierra solo por un cierto período de tiempo, y cerca del área de forestación. En general, el vivero forestal temporal es sencillo y fácil de desmontar y transportar (Carranza Caballero, 2018, p. 56).

1.2.2.2. Permanentes

Estas son las instalaciones que tienen el objetivo común de satisfacer las necesidades de material vegetal de grandes áreas, producen grandes cantidades de cultivos de forma continua y tienen una construcción e infraestructura costosas como invernaderos, bodegas, sistema de riego, parterres, por lo cual solicitan información detallada y confiable en cuanto a su ubicación, tamaño y distribución (Benavides, 2020, p. 89).

1.2.3. Áreas de propagación

1.2.3.1. Área de germinación

Es el área que se dispone para la germinación de las semillas. También se les denomina almácigos. Estos se ubican en lugares específicos donde se facilite su manejo y control (Lamichhane et al., 2018, p. 90).

1.2.3.2. Área de crecimiento

Los lechos de siembra suelen oscilar entre 1,00 a 1,20 m de ancho, y 10 a 20 m de largo. El espacio entre lechos es de 50 a 60 cm para permitir operaciones como traslado de semillas, deshierbe, fertilización, y otras actividades (D. la C. Gutiérrez y Luis, 2019, p. 95).

1.2.3.3. Área de almacenamiento

El área de almacenamiento debe tener un alrededor de 18m² (3 m de ancho x 6 m de largo). Debe ser un entorno seco y bien ventilado para almacenar productos químicos. Desde el punto de vista de seguimiento y control, el mejor lugar es la entrada al vivero (Morocho Coyago, 2016, p. 67).

1.2.3.4. Área para preparación de tierra (mezcla de sustratos)

El área destinada al almacenamiento del sustrato debe tener acceso directo desde la calle principal del vivero, para permitir el ingreso de diferentes materiales para la preparación de las proporciones del sustrato (Reddy et al., 2017, p. 78).

1.2.4. Ubicación del vivero

Acorde a Gutiérrez, (2019), hay que tomar en cuenta diferentes factores climáticos, fisiográficos, hidrográficos, entre otros, para poder tener la ubicación adecuada del vivero. Entre los factores que influyen la ubicación del vivero son:

1.2.4.1. Agua

El agua es el principal recurso para el riego de material vegetal, en todas las etapas de producción. El vivero debe situarse cerca de fuentes de agua como ríos, lagos o arroyos, evitando el uso de agua de canal debido a los altos costos económicos (Gómez & Muñoz, 2015).

1.2.4.2. Clima

La temperatura y humedad debe ser lo más cercano al lugar donde se va a realizar la repoblación y, si es posible, un lugar más resistente para garantizar una mejor adhesión y supervivencia de las plántulas (Finch-Savage y Bassel, 2016, p. 110)

1.2.4.3. Fisiografía

Es preferible que el suelo elegido para la creación de los viveros forestales tenga una superficie plana, de lo contrario, el vivero puede volverse susceptible a heladas, principalmente debido a la inversión de temperatura o la mala evacuación de aire en las zonas montañosas y bajas (Dusart et al., 2017, p. 39).

1.2.4.4. Accesos

Debe estar ubicado cerca de calles o carretera transitables, de modo que los vehículos y el equipo de mano de obra puedan entrar y salir con facilidad (Finch-Savage y Bassel, 2016, p. 79).

1.2.4.5. Protección

Se deben evitar los sitios con fuertes vientos que puedan cambiar o alterar la orientación de las plántulas plantadas. Complementariamente, se deben colocar cercas alrededor de todo el vivero para evitar la entrada de animales que dañen las plántulas y las instalaciones (Finch-Savage y Bassel, 2016, p. 86).

1.3. Sustratos

1.3.1. Definición

El medio o sustrato puede ser natural o artificial. Se entiende por sustrato al medio en el que se desarrolla el sistema radicular. Las principales funciones del medio son: sustentar las plántulas, asegurar la aireación de las raíces, aportar nutrientes y facilitar el transporte y absorción de agua (Jacoby et al., 2017).

1.3.2. Propiedades del sustrato

Hay tres tipos de propiedades que influyen directamente en el crecimiento de las plántulas: físicas, químicas y físico-químicas. La Tabla 1 muestra los valores de las principales propiedades de algunos medios utilizados para la propagación de plántulas acorde a (Morales Gonzabay, 2021).

1.3.2.1. Propiedades químicas y físico-químicas

Acorde a Castro Garibay et al., (2019) las principales propiedades químicas y físico-químicas que presentan los sustratos son:

- pH y poder tampón
- Relación carbono / nitrógeno (C/N)
- Salinidad
- Materia orgánica
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC)
- Potencial de nutrientes

1.3.2.2. Propiedades físicas

Estas propiedades están directamente relacionadas con la fase porosa del sustrato, es decir, el equilibrio entre la retención de agua y la aireación en el medio de crecimiento. Por lo tanto, debe haber poros pequeños y poros grandes. Se utilizan los poros pequeños para retener el agua y los poros grandes permiten el intercambio de aire con el exterior. Además, el medio debe ser lo suficientemente estrecho para mantener la posición vertical de la plántula (Castro Garibay et al., 2019).

1.3.2.3. Sustrato ideal

En cuanto al crecimiento de las plántulas, el medio o sustrato ideal es el resultado de una mezcla de diferentes materiales, los cuales deben brindar las mejores condiciones. Como por ejemplo debe tener un bajo impacto ambiental y tener una relación adecuada de costo/beneficios en el medio utilizado (Pedro, 2021, p. 89). Se caracteriza por poseer estas cinco condiciones.

- pH ligeramente ácido
- Alta capacidad de intercambio catiónico (CIC)
- Baja fertilidad intrínseca
- Alta capacidad de rehidratación
- Adecuado equilibrio del tamaño de los poros

1.3.3. Componentes del sustrato

1.3.3.1. Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz tiene una estructura liviana y homogénea, por lo que cabe fácilmente en un contenedor para mejorar el drenaje. Está disponible a bajo costo y puede usarse en lugar o en combinación con turba. Sus propiedades se pueden mejorar triturando (Orihuela Correa, 2019, p. 56).

1.3.3.2. Tierra negra

También se les conoce como las tierras del Páramo o las tierras de los tiempos primitivos, porque no están sujetas a la producción de hortalizas. Son el resultado de la descomposición de varios tipos de plantas y se prefieren para ser utilizadas por su alto contenido mineral (León & Rodríguez, 2017, p. 45).

1.3.3.3. Humus

El humus es el resultado del proceso de descomposición de la materia orgánica, mejorando las propiedades físicas de un suelo, dando como resultado un material con la mayoría de las propiedades de un buen material base, liviano y con buena capacidad humectante sin ser costoso (Arriaga Vázquez, 2019, p. 50).

1.3.3.4. Arena

La arena es un medio utilizado para enraizar esquejes, también se utiliza para proporcionar drenaje y aireación en mezclas formadas por turba, tierra negra y humus. Es preferible limpiar arena con partículas con un diámetro de 0,5 a 2 mm (Moreno Pozo, 2017, p. 78)

1.4. Métodos de propagación

En la naturaleza existen dos tipos de propagación: vegetativa o asexual y sexual o por semilla (Awotedu et al., 2021, p. 50).

1.4.1. Propagación asexual

Esto implica producir cultivos utilizando partes de la planta original. Esto es posible porque cada célula de la planta madre contiene la información genética necesaria para producir una planta completa. La propagación puede ocurrir a través de la rápida formación de raíces y tallos. Los esquejes de tallos y las capas de esquejes pueden formar raíces adicionales, y los esquejes de raíces pueden producir nuevos brotes. Las hojas pueden regenerar nuevas raíces y nuevos tallos. Las raíces y los tallos se pueden injertar juntos para formar un solo árbol (Jeréz, 2017, p. 117).

La propagación vegetativa asexual puede ser clasificada en diferentes tipos, según el órgano o elemento de la planta utilizado para generar el resto de órganos y formar una nueva planta (Castillo, 2021, p. 49).

- Injerto
- Estaca
- Acodo
- Hijuelos
- Tallos y raíces especializadas
- Cultivos celulares in vitro

1.4.2. Propagación sexual

Bareke, (2018), señala que la reproducción sexual de los árboles, donde las semillas son los medios principales, constituye el método más importante, por cuanto se producen plantas más vigorosas, adaptables y sanas. Los métodos de acuerdo con estos autores presentaron una serie de eventos biológicos cuya comprensión permiten seguir procedimientos en el campo de la silvicultura, especialmente en la manipulación adecuada de las semillas. La reproducción sexual

en las plantas proporciona diversidad genética para la población, que permite a los individuos forestales adaptarse a diferentes condiciones ambientales. El método de propagación sexual o por semillas es el método más común de propagación forestal. En general, la propagación por semillas se caracteriza por:

- Almacenar materiales de reproducción disponibles en época adecuada
- Genera una gran cantidad de material vegetal
- Se requiere personal especializado para la producción

1.5. Métodos de escarificación

Cuando muchas semillas alcanzan la madurez máxima, entran en un período de latencia causado por factores endógenos y exógenos. Por lo general, se detiene cuando las condiciones naturales son adecuadas para la germinación o cuando se utilizan tratamientos que promueven las condiciones óptimas para la germinación de las semillas y aumentan las tasas de germinación (Solano, 2021, p. 89).

Los métodos de escarificación incluyen tratamientos físicos, mecánicos y biológicos como calor seco, ruptura de testa, inmersión en agua y soluciones químicas que promueven la germinación de las semillas. Cualquier tratamiento que destruya o reduzca la capacidad impermeabilizante de la cubierta se conoce como tratamiento de escaldado o escarificación, por lo que en algunos casos es suficiente destruir un punto de la cubierta, induciendo infiltración e intercambio de gases y promoviendo así la germinación (Pinto y Castro, 2019).

Muchas semillas de especies forestales no germinan fácilmente incluso con las condiciones adecuadas de humedad, lo que puede considerarse una estrategia de supervivencia al mantener su viabilidad durante más tiempo (Marcello De Vitis et al., 2020, pp. 78-79).

En un estudio de Tonato, (2017), sobre los efectos de diferentes métodos químicos, físicos y mecánicos, y sus combinaciones, con diferentes tratamientos para obtener la germinación de semillas de Tagua (*Phytelephas aecuatorialis*), utilizando 10 semillas por tratamiento colocadas en viveros de germinación, de forma completamente aleatoria, se comprobó que el método químico que utiliza ácidos y bases no produce escarificación de semillas y no estimula la germinación en una proporción representativa. Se obtuvieron algunos resultados poco significativos utilizando sistemas de escarificación físico y mecánicos tratados individualmente, los cuales usan un tiempo prolongado (150 a 253 días) para la germinación.

Por lo tanto, la combinación de métodos de escarificación físicos y mecánicos produjo resultados que superaron el uso de un solo método y redujeron significativamente el tiempo de germinación. La escarificación permite obtener resultados significativos (70%) pero a un tiempo muy prolongado (259 días). La combinación de tratamientos físicos y mecánicos permite que la germinación sea notablemente efectiva, tanto en porcentaje como en tiempo. Las mejores semillas germinadas (70%) se obtuvieron durante el tratamiento limpiando la cubierta de la semilla con una aguja (mecánica) y luego sumergiéndola en agua durante un mes (físico).

1.5.1. Tipos de escarificación

Acorde a Sánchez-Soto et al., (2017) hay tres tipos de métodos de escarificación

1.5.1.1. Escarificación mecánica

Según Sánchez-Soto et al., (2017), la escarificación mecánica consiste en el daño a la cubierta de la semilla sin dañar el embrión, a través del contacto con la superficie abrasiva para evitar la impermeabilidad al agua, temperatura y oxígeno, o remoción manual de la cubierta de la semilla. Autores estudiaron la escarificación mecánica con endocarpios. La fruta del endocarpio se sumergió en agua durante 8 horas y se despulpó para obtener un endocarpio limpio. El endocarpio contiene una o dos semillas vigorosas en su lóculo. Los resultados mostraron que la eliminación completa del endocarpio, la abrasión manual de la base y 6-8 horas de aflojamiento del suelo con ácido sulfúrico son métodos efectivos para romper la latencia y aumentar la tasa y velocidad de germinación, mientras que el suelo suelto húmedo no tiene ningún efecto sobre la germinación.

1.5.1.2. Escarificación con agua caliente

Acorde a Sánchez, (2002), menciona que la escarificación con agua caliente consiste en sumergir las semillas en agua caliente a una temperatura promedio de 80°C durante tres minutos, siendo el volumen de agua a utilizar de cuatro o cinco veces mayor al volumen total de las semillas.

En un estudio de (Pilco, 2018, p. 79), utilizó semillas frescas de Balacoa, Guantánamo para estratificar con agua caliente. Los resultados mostraron que, para cualquier temperatura de siembra, las escarificaciones con ácido sulfúrico y fuego fueron negativos. El remojar en agua a 100°C durante 10 minutos y retirarlo de la fuente de calor es un tratamiento previo a la germinación más eficaz que sumergirlo en agua hirviendo durante 30 segundos. Cuando se almacena a $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante al menos 15 meses, la capacidad de germinación de esta especie

aumenta significativamente sin perder los efectos positivos del tratamiento de pre germinación y las condiciones de siembra antes mencionadas.

Otros autores (Sánchez y Ramírez-Villalobos, 2006, p. 190) evaluaron los efectos de los tratamientos de pre germinación sobre la germinación y características morfológicas en *Leucaena leucocephala*. Las semillas se trataron en agua caliente (80°C) durante 10 minutos, remojadas en agua a (25°C) durante dos horas, y escarificación con lija número 80 por 20 y 40 minutos y un testigo. Los resultados mostraron que las semillas de *L. leucocephala* mejoró significativamente la germinación y el desarrollo de la planta.

1.5.1.3. Escarificación con agua a temperatura ambiente

La escarificación con agua a temperatura ambiente consiste en dejar sumergidas las semillas en agua a temperatura ambiente por determinado tiempo pudiendo tardar horas o días dependiendo de la dureza de la testa (Flores et al., 2020). En un estudio de Curi et al., (2020), estudiaron los efectos de diferentes métodos de aflojamiento del suelo sobre la germinación de tres especies de *Prosopis*. Los tratamientos evaluados fueron: ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 98% por 5 y 10 minutos, ácido clorhídrico (HCl) al 98% por 5 y 10 minutos, hidróxido de sodio (NaOH) al 98% por 5 y 10 minutos, agua caliente a 80°C por 5 y 10 minutos y agua a temperatura ambiente durante 24 y 48 horas.

Luego de la fase de campo, se concluyó que no se observaron diferencias significativas en los tratamientos aplicados a *Prosopis juliflora*, mientras que para *Prosopis tamarago*, los tratamientos más efectivos fueron HCl por 5 y 10 minutos, y agua a temperatura ambiente durante 24 y 48 horas. Para *Prosopis laevigata* fue más efectivos el H₂SO₄ por 5 y 10 minutos, NaOH por 5 y 10 minutos, respectivamente.

1.5.1.4. Escarificación con ácidos

El químico más común que interrumpe la latencia de las semillas es el H₂SO₄, en donde se sumerge las semillas en agua por un período de tiempo, sin embargo, se debe tener cuidado con la concentración y duración de la exposición de las semillas al ácido, ya que este puede ingresar al embrión y causar la muerte. En algunas semillas, el proceso con agua caliente es más eficiente (Vásquez et al., 2019, p. 80).

En el mismo estudio se aplicó diferentes dosis de ácido giberélico (0, 500, 1000 y 1500ppm) que permiten inducir, acelerar e incrementar la germinación de semillas de Mora. La aplicación con

ácido giberélico únicamente tuvo efecto en el cultivar 'INIAP-148' a la dosis de 1000 ppm (Vásquez et al., 2019, p. 49). En un estudio de Abril-Saltos et al., (2017), señaló que para reducir el tiempo de germinación de la semilla y aumentar la tasa de germinación de las especies (*Zanthoxylum aguilarii*) y (*Ocotea guatemalensis*), los tratamientos utilizados fueron: ácido sulfúrico al 2%, 5% y 10%; ácidos Nítrico al 2%, 5% y 10%; ácido fosfórico al 2%, 5% y 10%; agua caliente, agua fría y control. En este estudio se concluyó que el mejor tratamiento de escarificación para ambas especies fue el de ácido nítrico al 5%, que mostró una tasa de germinación del 4%, comenzando la germinación en la novena semana para la especie *O. guatemalensis* y después de la décima semana para *Z. aguilarii*.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Descripción del sitio

2.1.1. *Ubicación política*

El vivero de la ESPCOH está ubicado dentro de la provincia de Chimborazo, en el cantón, Riobamba, en la dirección: Ent. 1 ESPOCH, Riobamba 060155.

2.1.2. *Ubicación geográfica*

El vivero de la ESPOCH como sitio experimental de la presente investigación, está ubicado geográficamente a una latitud de 1°39'4,86"S y una longitud de 78°40' 49.29"O. El vivero se encuentra a una altitud de 2755 m.s.n.m.

2.1.3. *Características climáticas y tipo de ecosistema*

El vivero de la ESPOCH está ubicado en la facultad de Recursos Naturales presenta una precipitación media anual de 561 mm. Una temperatura media anual de 14,0°C y la humedad relativa media diaria de 63%. El tipo de ecosistemas presentes alrededor del vivero son de tipo erial, remanente y agroecológico. Acorde al MAE (2021) es de tipo Estepa espinosa Montano bajo.

2.1.4. *Materiales y equipos*

2.1.4.1. *Materiales de campo*

Los materiales de campo utilizados para la recolección de los datos fueron: libreta de campo, lápiz, baldes, costales (para la tierra), regadera, paja, zaranda, plástico, clavos, cámara fotográfica.

2.1.4.2. *Material biológico*

Para la evaluación se utilizaron 180 semillas de aliso para cada sustrato, en total 360 semillas. Se utilizaron 30 semillas por tratamiento para los 12 tratamientos y 10 semillas por repetición. Previo

a someter las semillas a los distintos métodos de escarificación se realizó un lavado con agua a temperatura ambiente para su conservación. Las semillas que se utilizaron procedieron de una plantación ya establecida de aliso cercano al vivero de la ESPOCH. Se recogieron las semillas de un mismo árbol adulto el cual estuvo vigoroso, y libres de plagas y enfermedades.

2.1.4.3. Equipos de oficina

Entre los equipos de oficina utilizados para el desarrollo de la investigación constaron una computadora de escritorio, una computadora portátil, impresora, hojas, libreta de campo, esfero, lápiz, cámara fotográfica.

2.2. Características específicas del campo experimental

La presente investigación se realizó en el vivero forestal de la ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales, en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo. La fase de campo se realizó en el periodo comprendido entre los meses de marzo del 2021 hasta finales de agosto del 2021.

2.2.1. Ubicación geográfica

Lugar: vivero de la ESPOCH – RIOBAMBA – CHIMBORAZO

Latitud: 1°39'4,86"S

Longitud: 78°40'49.29"O

Altitud: 2755 msnm

Según el Ministerio del Ambiente citado por Cueva Olvera, (2017) es considerado Como Vivero Forestal.

2.3. Metodología

2.3.1. Preparación de sustratos

Para la elaboración de los sustratos se utilizaron los siguientes porcentajes. Para el Sustrato 1 se colocó 20 % de arena; 40% de tierra del lugar y 40% de turba, mientras que para el sustrato 2 se mezcló 75% tierra negra y 25% de arena.

2.3.2. *Desinfección del sustrato*

Para la desinfección del sustrato se utilizó una regadera aplicando el desinfectante Vitavax 300 a razón de 3 gr/l de agua. Se aplicó directamente sobre el sustrato en donde se sembraron las semillas.

2.3.3. *Escarificación de las semillas*

La escarificación de la semilla es una técnica que se lleva a cabo con el fin de acortar el tiempo de germinación. Se trata de una abrasión de la pared exterior de la semilla (tegumento) para permitir que el endospermo entre en contacto con el aire y el agua. Para el presente estudio se utilizaron dos métodos de escarificación: (1) En agua a temperatura ambiente y (2) en ácido giberélico. Para cada método de escarificación se utilizó 10 semillas certificadas de aliso.

El primer método de escarificación consistió en dejar las semillas en remojo en agua a temperatura ambiente durante 5, 10 y 15 días. Primeramente, se utilizó una tarrina y se colocó el volumen de agua dos veces mayor al volumen de las semillas durante 15 días. Pasado los 5 días nuevamente se utilizó otras nuevas semillas y se utilizó el mismo procedimiento de lo anterior. Por último, pasado 10 días se les dejó en remojo las otras semillas. Cumplidos este tiempo se procedió a realizar la siembra de forma inmediata.

El segundo método de escarificación consistió en sumergir las semillas de aliso en ácido giberélico a 270 ppm a tres niveles de tiempo de inmersión a 12, 24 y 36 horas. El ácido giberélico fue colocado en una bandeja y dentro se colocó las semillas de aliso. Transcurrido las 12, 24 y 36 horas se les realizó un lavado con agua a temperatura ambiente. Cumplidos este tiempo se procedió a realizar la siembra de forma inmediata.

2.3.4. *Instalación del ensayo*

Para la instalación del ensayo se realizaron las siguientes actividades que se describen a continuación:

2.3.4.1. *Enfundado*

La siembra de las semillas de aliso se colocó en fundas de polietileno de dimensiones 16 x11 cm. El espaciamiento entre fundas fue de 1 cm y entre tratamientos de 10 cm. Posterior al enfundado se procedió a regar con agua inmediatamente para mantener niveles de humedad adecuados.

2.3.4.2. Siembra

La siembra se realizó utilizando dos semillas de aliso por cada funda. Se procedió a regar con agua en una frecuencia de una vez por día, generalmente en horarios de 17:00 a 18:00 pm, para que la semilla aproveche de mejor manera la absorción de agua. Posteriormente se cubrió con una malla de sarán para mantener niveles de luminosidad adecuados.

2.3.4.3. Riego

El riego se lo realizó con una frecuencia de una vez al día por una semana en horarios de 17:00 a 18:00 pm para garantizar la germinación de las semillas en la etapa inicial, y posteriormente pasando un día para que la planta tenga una mejor absorción de nutrientes y así pueda desarrollar las plántulas.

2.3.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (D.B.C.A.) con 12 tratamientos y 3 repeticiones por cada tratamiento. En la Tabla 1 se muestran los tratamientos utilizados.

Tabla 1- 2. Tratamientos del experimento

Tratamiento	Código	Descripción
T1	ETA ₁ xSATT ₁	Escarificación con agua a temperatura ambiente durante 5 días con el Sustrato 1 (arena, tierra y turba)
T2	ETA ₂ xSATT ₁	Escarificación con agua a temperatura ambiente durante 10 días con el Sustrato 1 (arena, tierra y turba)
T3	ETA ₃ xSATT ₁	Escarificación con agua a temperatura ambiente durante 15 días con el Sustrato 1 (arena, tierra y turba)
T4	EAG ₁ xSATT ₁	Escarificación con ácido Giberelico durante 12 horas con el Sustrato 1 (arena, tierra y turba)
T5	EAG ₂ xSATT ₁	Escarificación con ácido Giberelico durante 24 horas con el Sustrato 1 (arena, tierra y turba)
T6	EAG ₃ xSATT ₁	Escarificación con ácido Giberelico durante 36 horas con el Sustrato 1 (arena, tierra y turba)
T7	ETA ₁ xSTA ₂	Escarificación con agua a temperatura ambiente durante 5 días con el Sustrato 2 (arena y tierra)
T8	ETA ₂ xSTA ₂	Escarificación con agua a temperatura ambiente durante 10 días con el Sustrato 2 (arena y tierra)

T9	ETA ₃ xSTA ₂	Escarificación con agua a temperatura ambiente durante 15 días con el Sustrato 2 (arena y tierra)
T10	EAG ₁ xSTA ₂	Escarificación con ácido Giberelico durante 12 horas con el Sustrato 2 (arena y tierra)
T11	EAG ₂ xSTA ₂	Escarificación con ácido Giberelico durante 24 horas con el Sustrato 2 (arena y tierra)
T12	EAG ₃ xSTA ₂	Escarificación con ácido Giberelico durante 36 horas con el Sustrato 2 (arena y tierra)

Realizado por: Tugulinago. L, 2022.

ETA: Escarificación a temperatura ambiente

EAG: Escarificación con ácido giberélico

SATT: Sustrato de arena, tierra y turba

STA: Sustrato de tierra y arena

2.3.5.1. Interacciones de los métodos de escarificación y los métodos de sustrato

Tabla 2- 2. Interacciones de los métodos de escarificación y los métodos de sustrato

	SATT1	STA2
ETA ₁	ETA ₁ x SATT ₁	ETA ₁ x STA ₂
ETA ₂	ETA ₂ x SATT ₁	ETA ₂ x STA ₂
ETA ₃	ETA ₃ x SATT ₁	ETA ₃ x STA ₂
EAG ₁	EAG ₁ x SATT ₁	EAG ₁ x STA ₂
EAG ₂	EAG ₂ x SATT ₁	EAG ₂ x STA ₂
EAG ₃	EAG ₃ x SATT ₁	EAG ₃ x STA ₂

Realizado por: Tugulinago. L, 2022.

2.3.6. Recolección de datos

2.3.6.1. Porcentaje de germinación (PG)

La germinación entendida como el número de semillas que germinan bajo algún tratamiento (sustratos y métodos de escarificación) o en condiciones definidas (vivero), se determinó mediante la Ecuación 1. La evaluación se midió a partir de los 30 días de sembradas las semillas de aliso, de las cuales se tomó en cuenta el número de semillas germinadas respecto al total de sembradas por cada tratamiento.

Ecuación 1. Determinación del porcentaje de germinación

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

2.3.6.2. Altura de planta, número de hojas verdaderas

Se evaluó el efecto de los sustratos y la aplicación de dos métodos de escarificación en:

Altura de la planta

Se realizó la medición a los 30 y 60 días a partir de la siembra con la ayuda de una regla geométrica. Se tomaron al azar el 10% de plantas vivas en todo el vivero tanto para el sustrato 1 como para el sustrato 2, y se procedió a medir en los distintos días.

Número de hojas verdaderas

Se realizó una primera contabilización a los 30 días posterior a la siembra, y una segunda a los 60 días posterior a la siembra. La contabilización de las hojas fue acumulativa y se la realizó manualmente con la ayuda de una asistente.

2.4. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor para cada una de las variables estudiadas con el fin de determinar si existe relación entre las variables independiente (e.g. altura de planta, número de hojas verdaderas) y la variable dependiente tratamientos (sustrato 1 y 2). Se utilizó el programa INFOSTAT para realizar todos los análisis estadísticos.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Resultados de los parámetros de evaluación

Las variables evaluadas fueron el porcentaje de germinación de las semillas de aliso, porcentaje de supervivencia, altura de planta a los 30 y 60 días, y el número de hojas verdaderas a los 30 y 60 días.

3.1.1. Porcentaje de germinación

En el gráfico 1-3, se muestran los resultados de campo del porcentaje de germinación para los diferentes tratamientos. En el cual se puede observar que, de todos los tratamientos, el T3 ($ETA_3 \times SATT_1$), fue superior presentando un porcentaje de germinación de semillas del 23,3%, seguido del T6 ($EAG_3 \times SATT_1$) con 16,6% y el T2 ($ETA_2 \times SATT_1$), T5 ($EAG_2 \times SATT_1$) y T12 ($EAG_3 \times STA_2$) con 13,3%.

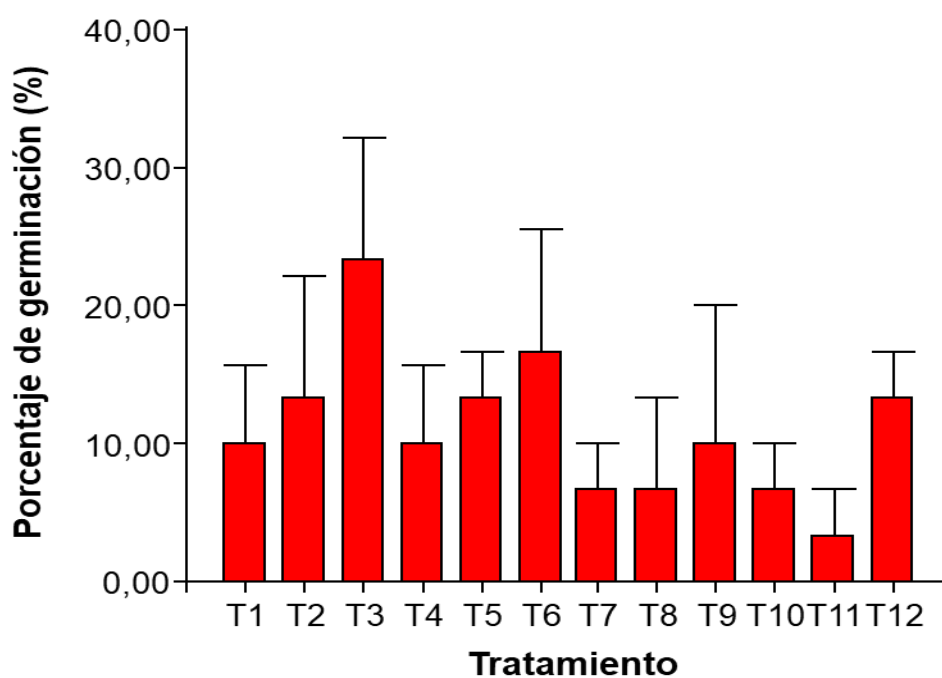


Gráfico 1-3. Porcentaje de germinación de las semillas por cada tratamiento

Realizado por: Tugulinago, L., 2022.

Se puede observar en base al ANOVA con DBCA realizado para la germinación a los 30 días (Tabla 1-3), que el valor de p es mayor a 0,05 ($p=0,7088$), por lo tanto, no hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Tabla 1-3. Análisis de varianza para germinación a los 30 días

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1375,86	13	105,84	0,59	0,8403
Tratamiento	1249,37	11	113,58	0,63	0,7862
Bloque	126,49	2	63,24	0,35	0,7088
Error	3979,22	22	180,87		
Total	5355,08	35			

Realizado por: Tugulinago. L, 2022.

3.1.2. Altura de planta a los 30 días

En el gráfico 2- 3, se muestran los resultados de campo de la altura de planta a los 30 días posterior a la germinación para los 12 tratamientos. En el cual se puede observar que el tratamiento con mayor altura de planta fue el T4 ($EAG_1 \times SATT_1$) con 4,88 cm, seguido del T9 ($ETA_3 \times STA_2$), que presentó una altura de 4,83 cm. El T3 obtuvo una altura de planta de 4,52 cm, mayor a la de los otros tratamientos. Desafortunadamente, las plantas del T5 y T6 fueron atacadas por comedores de hojas y hongos lo que provocaron su muerte, por lo que no se pudo tomar la altura de estos tratamientos. De manera similar ocurrió para los tratamientos T7, T8, T10 y T12.

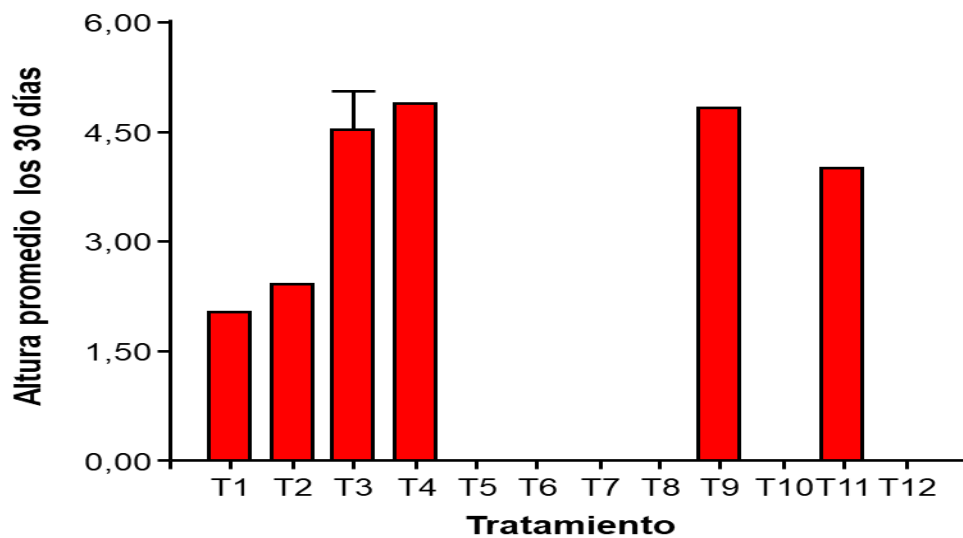


Gráfico 2-3. Altura de plántula a los 30 días para los 12 tratamientos

Realizado por: Tugulinago. L, 2022.

3.1.3. Altura de planta a los 60 días

En el gráfico 3-3, se muestran los resultados de campo de la altura de planta a los 60 días posterior a la germinación para los 12 tratamientos. En el cual se puede observar que el tratamiento con mayor altura de planta fue el T3 con 4,94 cm, seguido del T1 ($ETA_1 \times SATT_1$) con 4,27 cm y el T9 quien presentó una altura de 3,20 cm, seguido del T7 y T8, ambos, con 3,10 cm, respectivamente.

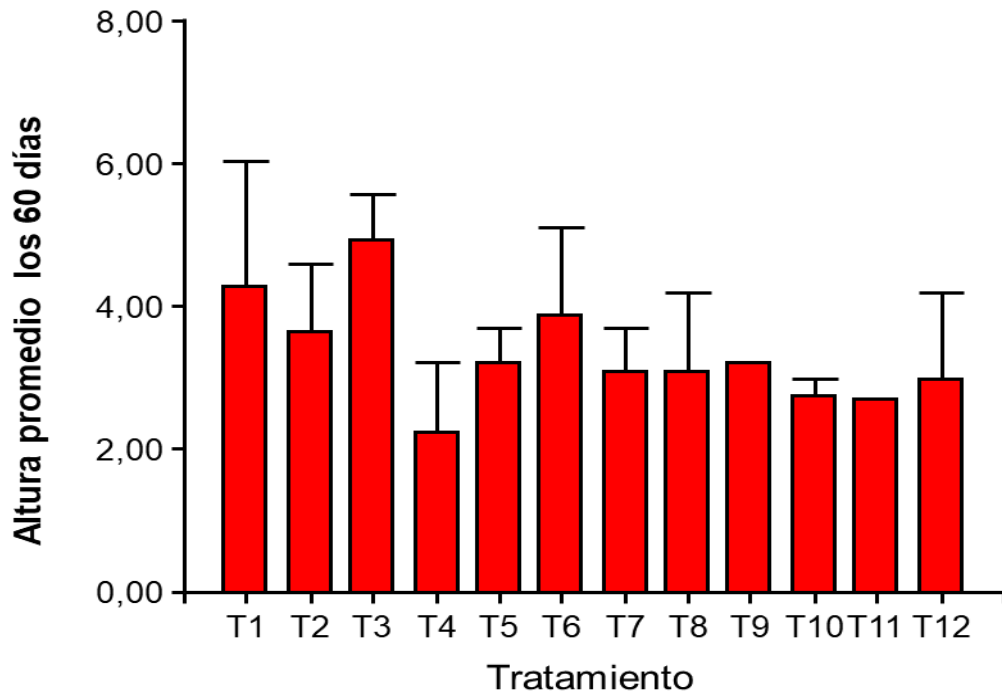


Gráfico 3-3. Altura de plántula a los 60 días para los 12 tratamientos

Realizado por: Tugulinago. L., 2022.

En la Tabla 2-3, se puede observar el ANOVA realizado para la altura de planta a los 60 días a temperatura ambiente para los 12 tratamientos. Se constata que no difieren entre si, las alturas de las plantas de los distintos tratamientos ($p=0,2428$), a los 60 días de germinada, por lo tanto, ninguno de los tratamientos influye en la altura de la planta para el caso del aliso.

Tabla 2-3. Análisis de varianza para altura de planta a los 60 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 60	36	0,31	0,00	77,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	20,68	13	1,59	0,80	0,6542
Tratamiento	14,32	11	1,30	0,65	0,7553
Repetición	6,36	2	3,18	1,60	0,2428
Error	23,90	12	1,99		
Total	44,58	25			

Realizado por: Tugulinago. L, 2022.

3.1.4. Número de hojas verdaderas a los 30 días

En la Figura 5, se muestran los resultados de campo del número de hojas verdaderas a los 30 días posterior a la germinación para todos los tratamientos. En el cual se puede observar que el tratamiento con mayor número de hojas verdaderas fue el T9 quien presentó 2,5 hojas verdadera, seguido del T3 con 2,25 hojas, mayor respecto a los otros tratamientos.

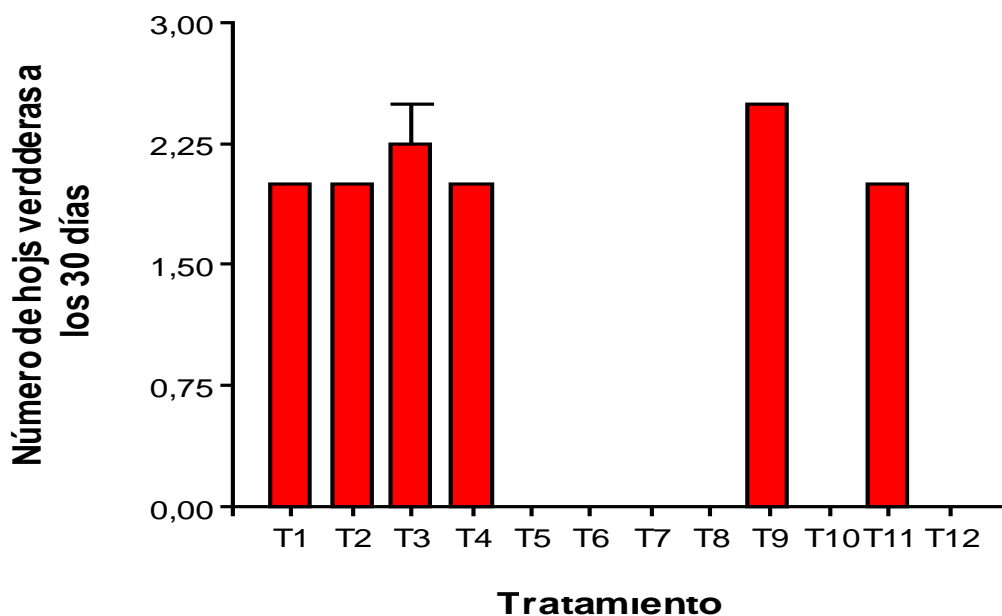


Gráfico 4-3. Número de hojas verdaderas a los 30 días para los 12 tratamientos

Realizado por: Tugulinago. L, 2022.

Las semillas de aliso (*Alnus acuminata*) germinaron pocas plantas debido a que se realizó la recolección de las semillas y no se almacigo inmediatamente ya que pierde rápidamente su capacidad germinativa.

3.1.5. Número de hojas verdaderas a los 60 días

En el gráfico 4-3, se muestran los resultados de campo del promedio del número de hojas verdaderas de las repeticiones de cada tratamiento a los 60 días posterior a la germinación. En el cual se puede observar que el tratamiento T3 fue el que se contabilizó mayor número de hojas verdades promediando 3,17 hojas de todas las repeticiones de este tratamiento. Seguido del T6 con 3,00 hojas respectivamente.

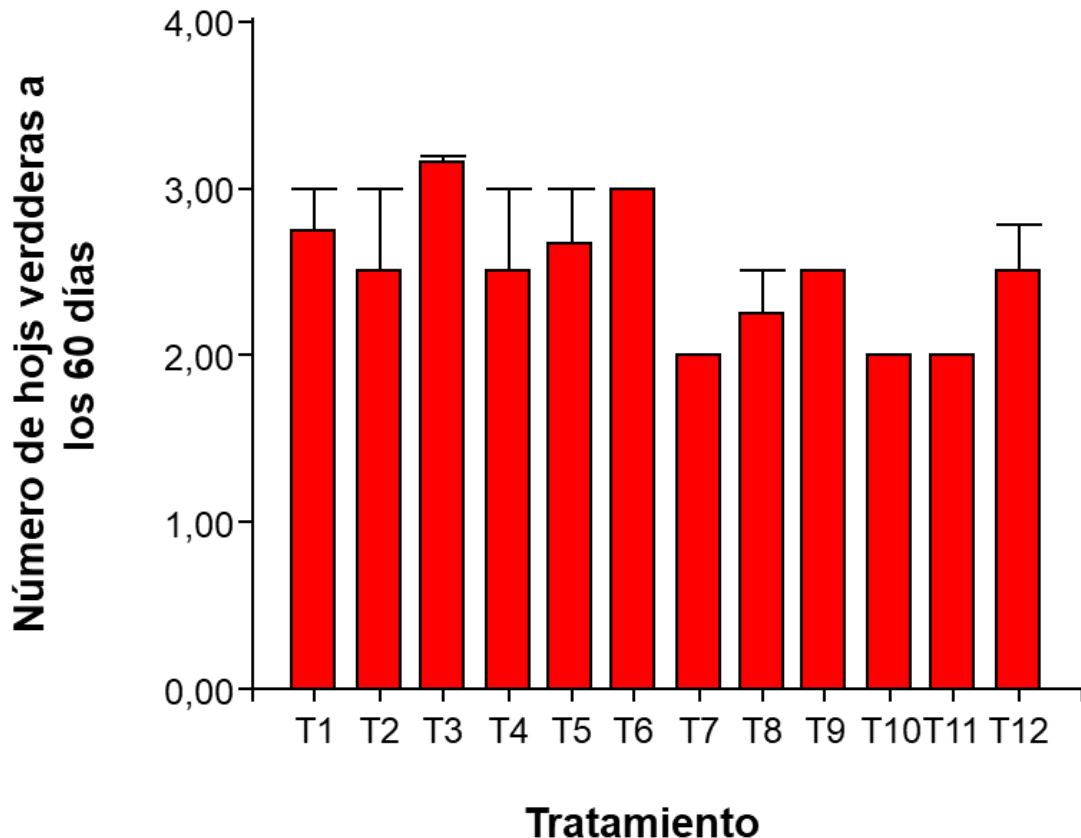


Gráfico 5-3. Número de hojas verdaderas a los 60 días para los 12 tratamientos

Realizado por: Tugulinago. L, 2022.

En la Tabla 3-3, se puede observar el ANOVA realizado para el número de hojas verdaderas a los 60 días de germinada, se puede constatar que no hay diferencias significativas ($p=0,3519$) entre tratamiento.

Tabla 3-3. Análisis de varianza para número de hojas verdaderas a los 60 días

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hojas_60	36	0,22	0,00	75,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,80	13	0,29	1,60	0,2200
Tratamiento	3,38	11	0,31	1,68	0,2002
Repetición	0,42	2	0,21	1,15	0,3519
Error	2,00	11	0,18		
Total	5,80	24			

Realizado por: Tugulinago. L., 2022.

3.2. Discusión

El presente estudio investigó y evaluó la utilización y aplicación de dos sustratos (S1: arena/tierra/turba, y S2: arena/tierra) y dos métodos de escarificación (temperatura ambiente, y ácido giberélico) en la propagación sexual del aliso *Alnus acuminata* H.B.K. en el vivero de la Escuela Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), en la ciudad de Riobamba, con el fin de determinar cuál de los dos sustratos y métodos de escarificación influyen de mejor forma en la germinación, supervivencia, altura de planta y número de hojas verdades en plantas de aliso.

Los resultados de la investigación reflejan que en base a los resultados de campo el uso del sustrato a base arena, tierra y turba con escarificación con agua a temperatura ambiente por 15 días dio mejores resultados en relación al número de semillas germinadas. La aplicación de ácido giberélico durante 36 horas con el mismo sustrato también hizo germinar mayor número de semillas respecto al demás tratamiento.

El porcentaje de germinación del aliso varió desde 3,3% hasta 23,3%. Esta variabilidad en el porcentaje de germinación del aliso podría deberse a factores relacionados con condiciones medioambientales de luz, temperatura, oxígeno y humedad. Otras causas potenciales pueden ser la impermeabilidad al agua y al oxígeno, cubierta dura, presencia de inhibidores o inmadurez del embrión (Ludeña Velásquez, 2012, p. 89). Se ha encontrado en estudios que una buena germinación de las semillas de aliso sobre todo cuando la semilla es de árboles bien desarrollados fisiológicamente sus valores pueden alcanzar porcentajes del 50 a 80 % entre los 35 y 40 días, pero este porcentaje se encuentra en función del almacenamiento que se le haya dado a la semilla. Autores menciona porcentaje de germinación promedio adecuado de 40%. Cabe señalar que la semilla pierde rápidamente la viabilidad, reduciéndose hasta niveles muy bajos del 5 al 10% (Ludeña Velásquez, 2012, p. 110).

En otro estudio realizado por Aguilar, (2020) se determinó un 0% de germinación de aliso en la zona de Nanegalito, provincia de Pichincha, a nivel de vivero. Este resultado particular menciona la autora pudo deberse al tipo de sustrato utilizado, método de colecta o método de siembra. Ospina et al. (2005) sugieren que para el aliso se debe coleccionar el fruto en época seca de árboles parentales lo suficientemente maduros de manera que contengan semillas de un tamaño adecuado y con suficiente poder germinativo. Adicionalmente, el sustrato debe tener ciertos parámetros en cuanto a su composición.

Acorde a Vidal y Jap, (1985) para obtener una buena germinación de aliso es necesario un sustrato de buena estructura, con alto contenido (alrededor de 50%) de materia orgánica descompuesta. En términos generales, una prudente germinación del aliso es de un 10%. En zonas del Perú como en Ancash se ha encontrado una baja tasa de germinación (5-10%), mientras que en el Cusco se ha reportado tasas de germinaciones del 45%. En la zona de Ancash se evidenció que el mejor sustrato para la germinación y desarrollo del aliso es tierra, arena y turba en la proporción de 1:1:2 (Vidal y Jap, 1985), resultados que son concuerdan con los encontrados en el presente estudio para la germinación de las semillas.

El uso del ácido giberélico podría estimular la germinación en ciertas especies de semillas latentes como el aliso, aumentando la velocidad de germinación y estimulando el crecimiento de las plántulas. Estudios han mostrado que la aplicación de ácido giberélico en especies como el aliso juegan un rol importante en el rompimiento de semilla dormante estimulando su germinación (Ludeña Velásquez, 2012, p. 90). El mismo autor menciona que se han tenido mejores resultados con la aplicación de ácido giberélico en la germinación de semillas de árboles dormantes como el aliso estimulando favorablemente la síntesis giberélica en la germinación de la semilla.

Respecto a la altura de planta a los 30 días, ésta fue mayor en el T4 alcanzando una altura de 4,88 cm, donde utilizó el sustrato a base de arena, tierra y turba con escarificación con ácido giberélico durante 12 horas seguido del T9 donde se usó escarificación con agua a temperatura ambiente durante 15 días con el solamente a base de arena y tierra. Estos resultados son coincidentes con los encontrados por (Ludeña Velásquez, 2012, p. 67) ya que la altura de planta bajo la aplicación con ácido giberélico algo mayor con 5.83 cm a los 15 días de germinada. Sin embargo, la mayor altura reportada por Ludeña puede deberse a factores medioambientales, o condiciones específicas del sustrato. En contraste con los resultados reportados por Morocho, (2016) , y citado por (Rivera, 2019, p. 112), la altura de planta del aliso a los 60 días fue de una media de 16,4 cm utilizando un sustrato a base de tierra de sitio, humus y arena. Cabe señalar

que esta investigación se desarrolló en la provincia del Carchi, donde las condiciones medioambientales y tipo de suelo pueden ser más favorables para el desarrollo de la plántula.

Respecto al número de hojas verdaderas a los 30 días el tratamiento donde se utilizó escarificación con agua a temperatura ambiente durante 15 días a base de arena y tierra fue el mejor tratamiento. Sin embargo, el tratamiento a base arena, tierra y turba con escarificación con agua a temperatura ambiente también fue adecuado. El número de hojas verdaderas a los 60 días de germinación fue mayor de igual forma con el sustrato a base arena, tierra y turba con escarificación con agua a temperatura ambiente por 15 días, sin embargo, la escarificación con ácido giberélico durante 36 horas a base de arena, tierra y turba, también mostró buenos resultados.

El número de hojas reportado por (Ludeña Velásquez, 2012) a los 30 y 60 días de germinada la semilla fue mayor que los reportados en este estudio, siendo de 4,92 y 6,24 hojas, respectivamente. En un estudio de Vargas, (2018) realizado en el distrito de Chuquibambilla en se reportó un promedio de 5 hojas mediante el método de propagación de semilla a los 6 meses de germinada, con una altura de planta promedio de 3 cm. El sustrato utilizado en este estudio fue en proporción de 3:2:1 de tierra agrícola, tierra de aliso y arena de río. El autor sugiere que el mejor método de propagación del aliso es el método de propagación por brinjal, es decir, aquellas plántulas que alcanzan alturas desde 0,50 cm a 1,30 cm. Sin embargo, este método no fue utilizado en el presente estudio.

CONCLUSIONES

- En base a los resultados de campo el número de semillas germinadas, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. La germinación fue mayor en el tratamiento T3 donde se usó el sustrato a base arena, tierra y turba con escarificación con agua a temperatura ambiente por 15 días. La aplicación de ácido giberélico durante 36 horas con el mismo sustrato también hizo germinar mayor número de semillas respecto al demás tratamiento, pero menos que el T3.
- No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. La mayor altura de planta a los 30 días se observó en el T4 seguido del T9. En el T4 se utilizó el sustrato a base de arena, tierra y turba con escarificación con ácido giberélico durante 12 horas, mientras que en el T9 se utilizó escarificación con agua a temperatura ambiente durante 15 días con el solamente a base de arena y tierra.
- No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. La altura de planta a los 60 días fue el T3 donde se usó el sustrato a base arena, tierra y turba con escarificación con agua a temperatura ambiente por 15 días, seguido del T1 donde se utilizó escarificación con agua a temperatura ambiente durante 5 días a base también de arena, tierra y turba.
- No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. El número de hojas verdaderas a los 30 días de germinación fue mayor con el tratamiento T9 (2,5 hojas) el dónde se utilizó escarificación con agua a temperatura ambiente durante 15 días con el solamente a base de arena y tierra. Sin embargo, el T3 obtuvo 2,25 hojas sustrato a base arena, tierra y turba con escarificación con agua a temperatura ambiente por 15 días.
- No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. El número de hojas verdaderas a los 60 días de germinación fue mayor con el tratamiento T3 con sustrato a base arena, tierra y turba con escarificación con agua a temperatura ambiente por 15 días, seguido el T6 utilizando escarificación con ácido giberélico durante 36 horas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso del sustrato de tierra negra, arena y turba con escarificación con agua a temperatura ambiente independientemente del número de días para lograr una germinación adecuada en las semillas del aliso. Sin embargo, este estudio también recomienda el uso y aplicación de ácido giberélico por 36 horas para romper la dormancia de las semillas y permite su posterior germinación y desarrollo.
- Se recomienda la aplicación del a base de arena, tierra y turba con escarificación con ácido giberélico, así como la escarificación con agua a temperatura ambiente durante 15 días para lograr incrementar la altura de planta a los 30 y 60 días.
- Este recomienda investigar más a fondo comparando no solamente tipos de sustratos y métodos de escarificación, sino también comparar distintos métodos de propagación de semillas para determinar cuál método es el más rentable en términos de tiempo y recursos.
- Este estudio utilizó semillas de árboles jóvenes (de menos de 10 años), por lo que se recomienda utilizar semillas de árboles con estado fisiológico maduro con más de 10 años de producción, para comparar si las semillas provenientes de estos árboles producen mejores características en cuanto al porcentaje de germinación, supervivencia, altura de planta y número de hojas.

GLOSARIO

Escarificación: La escarificación de la semilla es una técnica que se lleva a cabo con el fin de acortar el tiempo de germinación. Se trata de una abrasión de la pared exterior de la semilla (tegumento) para permitir que el endospermo entre en contacto con el aire y el agua.

Propagación sexual: Se refiere a la propagación por semillas siendo uno de los métodos de reproducción de plantas más usados en la naturaleza y además uno de los más eficientes, pues se encarga de mantener las características genéticas que les confieren a las plantas la resistencia necesaria para su supervivencia.

Sustrato: Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta y que puede intervenir o no en la nutrición vegetal.

Vivero: Es un conjunto de instalaciones agronómicas en el cual se cultivan todo tipo de plantas hasta que alcanzan el estado adecuado para su distribución, venta o consumo.

Germinación: Es el proceso mediante el cual un embrión se desarrolla hasta convertirse en una planta. Es un desarrollo gradual que se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe.

Supervivencia de semillas: Es la relación porcentual entre el número de plantas establecidas y el número de plantas vivas encontrada al momento de la medición.

Ácido giberélico: Es una fitohormona que se encuentra en plantas. Su fórmula química es $C_{19}H_{32}O_6$. Cuando se encuentra purificada, es un polvo cristalino blanco a pálido amarillo, soluble en etanol y algo soluble en agua, que promueve el crecimiento y la elongación celular de la planta.

BIBLIOGRAFÍA

ABRIL-SALTOS, R., RUIZ-VÁSQUEZ, T., ALONSO-LAZO, J., & CABRERA-MURILLO, G. *Agronomía Mesoamericana*, Germinación, Diámetro De Semilla Y Tratamientos Pregerminativos En Especies Con Diferentes Finalidades De Uso1. 28(3), 703-717.

ADHIKARI, S., Baral, H., & NITSCHKE, C. R. *Forests*, Identification, Prioritization And Mapping Of Ecosystem Services In The Panchase Mountain Ecological Region Of Western Nepal. 9(9), 554. <https://doi.org/10.3390/F9090554>

AGUILAR, M. *Evaluación De Las Tasas De Germinación Y Supervivencia De Cinco Especies Vegetales En Vivero Y En Áreas Degradadas En Los Bosques Montanos Del Noroccidente De Pichincha* [Universidad Andina Simón Bolívar]. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7429/1/T3225-MCCSD-Aguilar-Evaluacion.Pdf>

ARRIAGA VÁZQUEZ, A. M. *Dinámica De La Materia Orgánica, Microorganismos Y Propiedades Hidrológicas De Los Suelos En El Sistema Milpa Intercalada Con Árboles Frutales*. <http://localhost:8080/Xmliui/Handle/10521/3998>

AULESTIA-GUERRERO, E., JIMÉNEZ, L., QUIZHPE-PALACIOS, J., & CAPA MORA, E. D. *Alnus Acuminata Kunth: Una Alternativa De Reforestación Y Fijación De Dióxido De Carbono*. 8, 64-74.

AWOTEDU, B. F., OMOLOLA, T. O., AKALA, A. O., et. al. Vegetative Propagation: A Unique Technique Of Improving Plants Growth. *World News Of Natural Sciences*, 35, 83-101.

BAREKE, T. *Advances In Plants & Agriculture Research*, 8. Biology Of Seed Development And Germination Physiology. <https://doi.org/10.15406/Apar.2018.08.00335>

BENAVIDES, M. I. M. *Operaciones Básicas En Viveros Y Centros De Jardinería. MF0520*. Tutor Formación.

BERNAOLA PAUCAR, R. M., ZAMORA NATERA, J. F., VARGAS RADILLO, J. DE J., et. al. Calidad De Planta En Etapa De Vivero De Dos Especies De Pino En Sistema Doble-

Trasplante. *Revista Mexicana De Ciencias Forestales*, 7(33), 074-093.
<https://doi.org/10.29298/Rmcf.V7i33.91>

BORAH, R., BABINA, K., CHOUDHURY, H., & UPADHAYA, K. Dormancy, Viability And Germination Of *Magnolia Lanuginosa* (Wall.) Figlar & Noot. Seeds: A Threatened Tree Species Of Northeast India. *Acta Ecologica Sinica*.
<https://doi.org/10.1016/J.Chnaes.2021.09.007>

CARDOZO, A. M. Nativas (ALISO) *Alnus Acuminata* Kunth (MORTIÑO) *Vaccinium Meridionale* Sw, En La Parte Alta De La Finca La Planada, Ubicada En El. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia (Unad).

CARRANZA CABALLERO, E. Escudo Verde Para Atenuar Los Efectos Del Recalentamiento Global De La Tierra Y La Acelerada Desglaciación De La Cordillera Blanca Del Callejón De Huaylas. *Repositorio Institucional - UNS*. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3143>

CASTILLO LIZANA, D. M. Propagación Vegetativa De *Cleistocactus Tenuiserpens* Rauh & Backeb. Provenientedel Bosque Tropical Estacionalmente Seco De Jaén, Cajamarca. *Universidad Nacional De Cajamarca*. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4227>

CASTRO GARIBAY, S. L., ALDRETE, A., LÓPEZ UPTON, J., et. al. Caracterización Física Y Química De Sustratos Con Base En Corteza Y Aserrín De Pino. *Madera Y Bosques*, 25(2). <https://doi.org/10.21829/Myb/2019.2521520>

CUEVA OLVERA, E. M. *Diseño De Un Plan De Negocios Para Repotenciar El Vivero Forestal Totorillas Del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Guamote, Provincia De Chimborazo*. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/13770>

CURI, J. C. R., PINTADO, R. M. C., & SORIANO, F. B. Micropropagación De *Prosopis Pallida* (Humb & Bonpl. Ex Willd.) Kunth A Partir De Yemas Apicales. *Revista Colombiana De Biotecnología*, XXII(1), 18-26.

DUMROESE, K. R., LANDIS, T. D., PINTO, J. R., et. al. Meeting Forest Restoration Challenges: Using The Target Plant Concept. *Reforesta*, 1(1), 37-52.
<https://doi.org/10.21750/REFOR.1.03.3>

DUSART, N., VAULTIER, M.-N., THIEC, D. L., & JOLIVET, Y. *Antioxidant Capacity In Poplar Exposed To Ozone And/Or Drought.* 726. 2017.

EDILBERTO, P.-A., & SONIA, Q.-G. A. *Modelos De Aprovechamiento Sostenible Del Aliso (Alnus Acuminata Kunth) En Zona De Ladera De Bosque De Niebla Models Of Sustainable Use Of Alder (Alnus Acuminate Kunth) Hillside Area In Forest Mist.* 4(1), 15.

FINCH-SAVAGE, W. E., & BASSEL, G. W. Seed Vigour And Crop Establishment: Extending Performance Beyond Adaptation. *Journal Of Experimental Botany*, 67(3), 567-591.

FLORES M, E., CACERES, W. E., AGUIRRE T, L., CASTILLO, M. S., et. al. Efecto De La Escarificación En La Germinación De Semillas De Soya Forrajera Perenne (*Neonotonia Wightii*). *Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(3). <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.16728>

GÓMEZ, J. J. C., & MUÑOZ, R. B. *Calidad Del Agua Para Riego En La Agricultura Protegida En Tlaxcala.* 13. 2015.

GUTIÉRREZ, D. LA C., & LUIS, J. *Propuesta De Establecimiento De Viveros Forestales, Para Mitigar El Cambio Climático En El Municipio De Caquiaviri [Thesis].* <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/23804>

GUTIÉRREZ, H. *Botánica Sistemática De Las Plantas Con Semillas 3.* 1a Ed. - Santa Fe : Ediciones UNL, 2020. <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/handle/11185/5532>

JACOBY, R., PEUKERT, M., SUCCURRO, A., KOPRIVOVA, A., & KOPRIVA, S. The Role Of Soil Microorganisms In Plant Mineral Nutrition—Current Knowledge And Future Directions. *Frontiers In Plant Science*, 8, 1617. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01617>

JERÉZ BASTIDAS, E. A. *Propagación Sexual Y Asexual De La Cascarilla (Cinchona Officinalis L.), Con Fines De Potencial Reproductivo En El Vivero Catiglata Del Consejo Provincial De Tungurahua.* <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7663>

KUMAR, S., SHAMET, G. S., GUPTA, D., KUMARI, N., & KUMAR, R. *Effect Of Stratification And Gibberellic Acid On Germination And Seedling Growth Of Acer Acuminatum In North Western Himalayas.* 143(11), 1105-1111.

LAMICHHANE, J. R., DEBAEKE, P., STEINBERG, C., YOU, M. P., et. al. *Plant And Soil*, Abiotic And Biotic Factors Affecting Crop Seed Germination And Seedling Emergence: A Conceptual Framework. 432(1), 1-28. <https://doi.org/10.1007/S11104-018-3780-9>

LEÓN, P., & RODRÍGUEZ, F. *Revista Geoespacial*, Valor Económico Del Almacenamiento De Carbono En Los Páramos De La Reserva Ecológica El Ángel. 14(1), 65-82. <https://doi.org/10.24133/Geoespacial.V14i1.1596>

LUDEÑA VELÁSQUEZ, J. C. *Efecto De Dos Tratamientos Pregerminativos En Semillas De Aliso (Alnus Acuminata) Y Pino (Pinus Patula), Cantón Riobamba, Provincia De Chimborazo* [Escuela Superior Técnica De Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2215>

MARCELLO DE VITIS, FIONA R. HAY, JOHN B. DICKIE, CLARE TRIVEDI, et. al. *Restoration Ecology*, 28 Suppl S3, Seed Storage: Maintaining Seed Viability And Vigor For Restoration Use. S249-S255. <https://doi.org/10.1111/Rec.13174>

MENDOZA, B., CRUZ, M., CARRERA, L., JIMENEZ, M., et. al. *F1000Research*, Biogenetic Study Of The Emissions Of Species: Pinus Radiata, Eucalyptus Globulus Labill And Alnus Acuminata In Riobamba Canton, Ecuador. 8, 1012. <https://doi.org/10.12688/F1000research.19255.1>

MORA, J. *Caracterización Y Análisis Integral De La Producción Y De Potencial Nutricional De Alnus Acuminata En La Etapa Inicial De Desarrollo, Con Diferentes CEPAS De Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA)* [Universidad Del Tolima]. <https://library.co/document/6zkj28mq-caracterizacion-produccion-potencial-nutricional-desarrollo-diferentes-micorrizas-arbusculares.html>

MORALES BETANCOURT, L. N. *Utilización De Árboles Fijadores De Nitrógeno Escallonia Pendula Y Alnus Acuminata Para La Recuperación De Suelos Erosionados.* [Universidad Nacional Abierta Y A Distancia UNAD]. <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/21708>

MORALES GONZABAY, K. A. *Caracterización Del Residuo De La Fibra De Coco Como Sustrato Para La Producción De Plántulas De Tomate (Lycopersicum Esculentum), En La Provincia De Santa Elena.* <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6321>

MORENO POZO, J. G. *Enraizamiento De Esquejes De Tomate Solanum Esculentum Mill Utilizando Diferentes Sustratos.* [Http://Repositorio.Ug.Edu.Ec/Handle/Redug/17999](http://Repositorio.Ug.Edu.Ec/Handle/Redug/17999)

MOROCHO COYAGO, D. V. *Producción En Vivero De Tres Especies Forestales Acacia, Aliso Y Pumamaqui, Mediante Aplicación De Diferentes Sustratos, En La Parroquia La Esperanza Del Cantón Pedro Moncayo.* [Universidad Técnica Del Norte]. [Http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Handle/123456789/5710](http://Repositorio.Utn.Edu.Ec/Handle/123456789/5710)

NIÑO-HERNANDEZ, J. C., MORENO, D. F., RUIZ-BERRÍO, H. D., Et. Al. Luz, Giberelinas Y Profundidad De Siembra Inciden Sobre La Germinación De Semillas De *Amaranthus Hybridus L.* *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2), Article 2. <https://doi.org/10.31910/Rudca.V23.N2.2020.1545>

NONIĆ, M., & ŠIJAČIĆ-NIKOLIĆ, M. Genetic Diversity: Sources, Threats, And Conservation. En W. Leal Filho, A. M. Azul, L. Brandli, A. Lange Salvia, & T. Wall (Eds.), *Life On Land* (Pp. 421-435). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95981-8_53

ORIHUELA CORREA, M. J. Efecto De Sustratos En El Desarrollo Vegetativo De Portainjerto De Palto (*Persea Americana Mill*) Variedad Duke 07, En Condiciones Del Centro Poblado “Corazón De Jesus” – Yanag – Huanuco—2017. *Universidad Nacional Hermilio Valdizán.* [Http://Repositorio.Unheval.Edu.Pe/Handle/20.500.13080/5454](http://Repositorio.Unheval.Edu.Pe/Handle/20.500.13080/5454)

PACO MARIÑO, J. *Evaluación Del Efecto De Tres Tratamientos Pregerminativos En Tres Tipos De Sustrato En La Germinación De La Tara (Caesalpinia Spinosa) En (Centro Experimental) Cota Cota Facultad De Agronomía [UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS].* <https://Repositorio.Umsa.Bo/Bitstream/Handle/123456789/5295/T-1952.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y>

PEDRO, I. N. De T. A. (Inta) E. E. A. S. *Memoria Dinámica De Estrategias De La EEA San Pedro. Año 2020* [Info:Ar-Repo/Semantics/Libro]. INTA Ediciones. Estación Experimental Agropecuaria San Pedro. [Http://Repositorio.Inta.Gob.Ar:80/Handle/20.500.12123/9419](http://Repositorio.Inta.Gob.Ar:80/Handle/20.500.12123/9419)

PILCO, E. V. A. *Evaluación De Cuatro Métodos De Escarificación Y Dos Sustratos Para La Obtención De Plántulas De Capulí (Prunus Serotina Ehrh) En El Cantón Riobamba, Provincia De Chimborazo.* Escuela Superior Técnica De Chimborazo.

PINTO, J. J., & CASTRO, F. E. *Escarificación De Semillas De Desmanthus Virgatus (L.) Willd.* [Info:Ar-Repo/Semantics/Informe Técnico]. EEA Ingeniero Juárez, INTA. [Http://Repositorio.Inta.Gob.Ar:80/Handle/20.500.12123/8011](http://Repositorio.Inta.Gob.Ar:80/Handle/20.500.12123/8011)

POVEDA-DÍAZ, N., RAMOS-MONTAÑO, C., PULIDO-HERRERA, K. L., et. al. ¿La Giberelina Aumenta La Aclimatación De Plántulas De *Alnus Acuminata* Al Arsénico? *Bosque (Valdivia)*, 41(1), 45-53. [Https://Doi.Org/10.4067/S0717-92002020000100045](https://doi.org/10.4067/S0717-92002020000100045)

QUISPE, F. M. Q. *Germinación Y Emergencia De Semillas De Aliso (Alnus Acuminata) En Cinco Tipos De Sustratos En La Estación Experimental Cota Cota De La Facultad De Agronomía - La Paz.* Universidad Mayor De San Andrés.

REDDY, S. M., GIRISHAM, S., & BABU, G. N. *Applied Microbiology (Agriculture, Environmental, Food And Industrial Microbiology).* Scientific Publishers.

RIVERA LAZO, D. R. *Germinación De Semillas Y Crecimiento Inicial De Cuatro Especies Forestales Nativas Del Bosque De Nero, Provincia Del Azuay* [Universidad De Cuenca]. [Http://Dspace.Ucuenca.Edu.Ec/Handle/123456789/31737](http://Dspace.Ucuenca.Edu.Ec/Handle/123456789/31737)

RODRÍGUEZ NIETO, E. *Factores Que Influyen En La Viabilidad, Germinación Y Establecimiento De Carpinus Caroliniana Walt.* [Http://Bibliotecavirtual.Dgb.Umich.Mx:8083/Xmli/Handle/DGB_UMICH/1805](http://Bibliotecavirtual.Dgb.Umich.Mx:8083/Xmli/Handle/DGB_UMICH/1805)

SÁNCHEZ, A. Efecto Del Tratamiento Con Agua Caliente E Imbibición Sobre La Germinación De Semillas De *L. Leucocephala*. *Revista Científica De La Facultad De Ciencias Veterinarias De La Universidad Del Zulia*, 12. [Https://Www.Produccioncientificaluz.Org/Index.Php/Cientifica/Article/View/14935](https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14935)

SÁNCHEZPAZ, Y., & RAMÍREZ-VILLALOBOS, M. Tratamientos Pregerminativos En Semillas De *Leucaena Leucocephala* (Lam.) De Wit. Y *Prosopis Juliflora* (Sw.) DC. *Revista De La Facultad De Agronomía*, 23(3), 257-272.

SÁNCHEZ-SOTO, B. H., PACHECO-AISPURO, E., LUGO-GARCÍA, G. A., et. al. Métodos De Escarificación En Semillas De *Guaiacum Coulteri*, Especie Amenazada Del Bosque Tropical Caducifolio Del Norte De Sinaloa, México. *Gayana. Botánica*, 74(2), 262-268. [Https://Doi.Org/10.4067/S0717-66432017000200262](https://doi.org/10.4067/S0717-66432017000200262)

SEMINARIO, J., CHALAMPUENTE-FLORES, D., GENDALL, H., & SØRENSEN, M. The Agronomy Of Mauka (*Mirabilis Expansa* (Ruíz & Pav.) Standl.)—A Review. *Journal Of Plant Genetics And Crop Research*, 1, 1-23. <https://doi.org/10.14302/issn.2641-9467.jgrc-19-2619>

SOLANO ORTIZ, K. J. *Tratamientos Pregerminativos En Semillas De Lagenaria Siceraria Molina Standl.* <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5819>

TITO ALCARRAZ, C. Producción De Aliso (*Alnus Acuminata* Hbk) En Diferentes Porcentajes De Tierra Negra, Arena Y Compost En Vivero Andahuaylas 2017. *Universidad Tecnológica De Los Andes.* <https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/239>

TONATO ESPÍN, G. I. *Caracterización Morfológica De La Tagua (Phytalephas Macrocarpa) En El Bosque Húmedo De La Maná.* <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4283>

VARGAS FERREL, R. M. *Propagación Del Aliso (Alnus Acuminata) A Nivel De Vivero, Con El Uso De Sustratos En Vilcabamba Grau- Apurímac.*

VÁSQUEZ VINTIMILLA, P. C., & YUNGA SARMIENTO, J. C. *Efecto De Cuatro Porcentajes De Zeolita Como Sustrato Y Dos Métodos Pregerminativos En Diez Especies Forestales* [Universidad Del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/570>

VÁSQUEZ, W., PUPIALES, P., VITERI, P., et. al. ESCARIFICACIÓN QUÍMICA Y APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO PARA LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE CULTIVARES DE MORA (*Rubus Glaucus* BENTH). *Interciencia*, 44(3), 161-166.

VIDAL, D. O., & JAP, R. J. *Apuntes Sobre Algunas Especies Forestales Nativas De La Sierra Peruana.* 86.

WICAKSONO, C., AGUIRRE-GUTIÉRREZ, J., NOUHRA, E., et. al. Contracting Montane Cloud Forests: A Case Study Of The Andean Alder (*Alnus Acuminata*) And Associated Fungi In The Yungas. *Biotropica*, 49, 141-152. <https://doi.org/10.1111/btp.12394>

ANEXOS

ANEXO A: MATERIALES UTILIZADOS PARA EL TRATAMIENTO DE LA SEMILLA



Ácido Giberelico

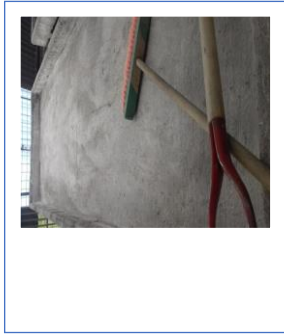
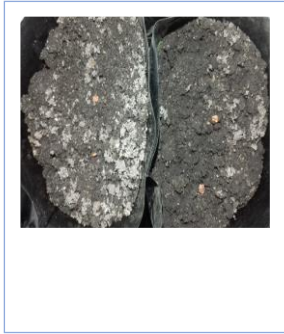


Vitavax 200

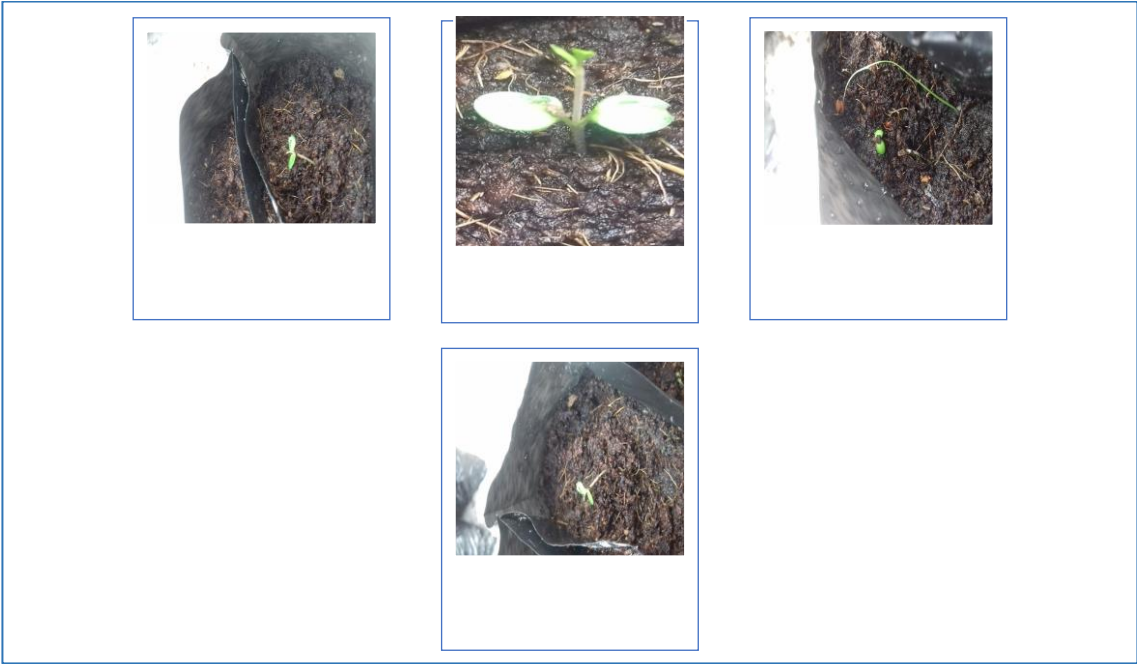


Balanza analítica

ANEXO B: LABORES REALIZADAS EN EL VIVERO



ANEXO C: SEMILLAS GERMINADAS EN EL VIVERO



ANEXO D: ANÁLISIS ESTADÍSTICOS EN INFOSTAT

InfoStat/E - Altura_60 - [Resultados]

Archivo Edición Datos Resultados Estadísticas Gráficos Ventanas Aplicaciones Ayuda [R]

00 00 A A^ A^

D:\Tesis Quito\DICIEMBRE\Luis Tugulinago\Altura_60.xls : 09/03/2022 - 16:41:28 - [Versión : 30/04/2020]

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura 60	36	0,31	0,00	77,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40,23	11	3,66	1,00	0,4756
Tratamiento	40,23	11	3,66	1,00	0,4756
Error	87,92	24	3,66		
Total	128,14	35			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,63463

Error: 3,6632 gl: 24

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T11	0,90	3	1,11 A
T9	1,07	3	1,11 A
T4	1,50	3	1,11 A
T10	1,83	3	1,11 A
T8	2,07	3	1,11 A
T2	2,43	3	1,11 A
T6	2,60	3	1,11 A
T1	2,84	3	1,11 A
T12	2,97	3	1,11 A
T7	3,10	3	1,11 A
T5	3,23	3	1,11 A
T3	4,94	3	1,11 A

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