



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

EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE ALISO
(*Alnus acuminata*) EN TRES SUSTRATOS Y DOS PROCESOS
PREGERMINATIVOS EN EL VIVERO DE LA ESPOCH.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

EDWIN RENNE CAUJA GUERRERO

Riobamba – Ecuador

2022



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

EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE ALISO
(*Alnus acuminata*) EN TRES SUSTRATOS Y DOS PROCESOS
PREGERMINATIVOS EN EL VIVERO DE LA ESPOCH.

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: EDWIN RENNE CAUJA GUERRERO

DIRECTOR: ING. VILMA FERNANDA NOBOA SILVA MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

©2022, Edwin Renne Cauja Guerrero

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, Edwin Renne Cauja Guerrero, declaro que el presente trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 22 de Julio de 2022.



Edwin Renne Cauja Guerrero

C.I. 060507310-5

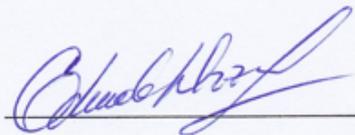
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal de trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE ALISO (*Alnus acuminata*) EN TRES SUSTRATOS Y DOS PROCESOS PREGERMINATIVOS EN EL VIVERO DE LA ESPOCH**, realizado por el señor **EDWIN RENNE CAUJA GUERRERO**, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

FIRMA:

FECHA

Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



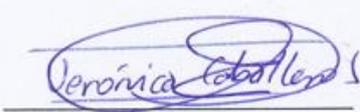
2022-07-22

Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MSc
**DIRECTORA DEL TRABAJO
DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



2022-07-22

Ing. Verónica Lucia Caballero Serrano PhD.
MIEMBRO DE TRIBUNAL



2022-07-22

DEDICATORIA

Quiero dedicar de manera muy especial mi trabajo de integración curricular a mis padres por su sacrificio y su infinito amor que me han brindado durante mi vida, por sus consejos y enseñanzas que han hecho de mí una persona fuerte y decidida.

A mis hermanos que entre risas y peleas siempre han estado ahí conmigo apoyándome, dándome ánimos para poder culminar mi carrera.

A todos aquellos que compartimos buenos momentos en las aulas y me motivaron a seguir adelante, me brindaron su apoyo cuando más lo necesite.

Edwin

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por su gran amor y misericordia que me ha tenido durante toda mi vida, por ser mi guía y fortaleza en los momentos más difíciles que he atravesado. Por darme unos padres ejemplares, luchadores que han sabido sacar adelante a su familia de cualquier obstáculo que se ha presentado en la vida.

A mis padres por haberme dado la vida e inculcar valores desde muy pequeño, por darme la oportunidad de superarme y ser alguien en la vida. Por siempre velar por mí y hacer hasta lo imposible para que no me llegue a faltar nada durante el periodo de mi carrera y poder alcanzar mi meta.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal por sus enseñanzas compartidas en cada una de las aulas, por inculcarnos el importante valor que tiene el medio ambiente y sus beneficios a la sociedad, de esta manera convirtiéndonos en buenos profesionales en el sector Forestal.

Edwin

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICO.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. <i>Aliso (Alnus acuminata)</i>	5
1.1.1. <i>Clasificación taxonómica</i>	6
1.2. Distribución	6
1.2.1. <i>Geográfica</i>	6
1.2.2. <i>Ecología</i>	6
1.2.3. <i>Características ecológicas</i>	7
1.2.3.1. <i>Fenología</i>	7
1.2.3.2. <i>Clima</i>	7
1.2.3.3. <i>Temperatura</i>	7
1.2.3.4. <i>Tolerancia</i>	7
1.3. Descripción Botánica	7
1.3.1. <i>Forma</i>	8
1.3.2. <i>Tronco</i>	8
1.3.3. <i>Copa</i>	8
1.3.4. <i>Raíz</i>	8
1.3.5. <i>Hojas</i>	8
1.3.6. <i>Flores</i>	9
1.3.7. <i>Fruto</i>	9
1.3.8. <i>Semilla</i>	10
1.3.8.1. <i>Viabilidad de semilla</i>	10
1.4. Propagación	11
1.4.1. <i>Propagación asexual</i>	11
1.4.2. <i>Reproducción sexual</i>	11
1.5. Selección de árboles semilleros	12

1.5.1.	<i>Algunos datos a considerar en la cosecha de semillas forestales</i>	12
1.6.	Tipos de siembra	13
1.6.1.	<i>Al voleo</i>	13
1.6.2.	<i>En líneas</i>	13
1.7.	Uso	14
1.8.	Propiedades tecnológicas de la madera	15
1.8.1.	<i>Propiedades organolépticas de la madera</i>	15
1.8.2.	<i>Durabilidad natural</i>	15
1.8.3.	<i>Aserrado y labrado</i>	15
1.9.	Plagas y enfermedades	15
1.10.	Sustratos	16
1.11.	Criterios para selección de un sustrato	17
1.12.	Tipos de sustratos	17
1.12.1.	<i>Perlita</i>	17
1.12.2.	<i>Fibra de coco</i>	18
1.12.2.1.	<i>Ventajas de la fibra de coco</i>	18
1.12.3.	<i>Turba</i>	19
1.13.	Tratamientos pregerminativos	19
1.13.1.	<i>Tratamiento con agua fría</i>	20
1.13.2.	<i>Tratamiento con agua caliente</i>	20

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	21
2.1.	Materiales y métodos	21
2.1.1.	<i>Características del lugar</i>	21
2.1.1.1.	<i>Localización</i>	21
2.1.1.2.	<i>Ubicación Geográfica</i>	21
2.1.1.3.	<i>Características climatológicas</i>	21
2.2.	Materiales	21
2.2.1.	<i>Sustratos</i>	21
2.2.2.	<i>Material genético</i>	22
2.2.3.	<i>Materiales de oficina</i>	22
2.2.4.	<i>Materiales de campo</i>	22
2.3.	Metodología	22
2.3.1.	<i>Diseño experimental</i>	22
2.3.1.1.	<i>Tipo de diseño experimental</i>	22

2.3.2.	<i>Unidad experimental</i>	22
2.3.3.	<i>Características donde se llevó a cabo la investigación</i>	23
2.3.4.	<i>Reconocimiento y adecuación del sitio del ensayo</i>	23
2.3.4.1.	<i>Fase de limpieza</i>	23
2.3.5.	<i>Identificación de árbol semillero</i>	23
2.3.6.	<i>Recolección de semillas</i>	24
2.3.7.	<i>Tratamientos pregerminativo</i>	24
2.3.7.1.	<i>Métodos pregerminativos usados</i>	24
2.4.	Fase de campo	24
2.4.1.	<i>Preparación de los Sustratos</i>	24
2.4.2.	<i>Desinfección del sustrato</i>	25
2.4.3.	<i>Distribución de Sustratos para cada Tratamiento</i>	25
2.4.4.	<i>Llenado de fundas</i>	26
2.4.5.	<i>Siembra</i>	26
2.5.	Cuidados bajo el umbráculo	26
2.5.1.	<i>Riego</i>	26
2.5.2.	<i>Control de maleza</i>	26
2.6.	Toma de datos de germinación de las semillas y crecimiento inicial de las plántulas	26
2.6.1.	<i>Germinación de las semillas</i>	26
2.6.2.	<i>Determinación de la Altura de plantula de Aliso</i>	27
2.6.3.	<i>Determinación del Diámetro del cuello</i>	27
2.6.4.	<i>Presencia de hojas verdaderas</i>	27

CAPÍTULO III

3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	28
3.1.	Objetivo 1	28
3.1.1.	<i>Porcentaje de germinación</i>	28
3.1.1.1.	<i>Porcentaje de germinación</i>	28
3.1.1.2.	<i>Germinación a los 40 días</i>	30
3.1.1.3.	<i>Germinación a los 60 días</i>	32
3.1.2.	<i>Para el cumplimiento del segundo objetivo se obtuvo los resultados siguientes</i> ...	33
3.1.2.1.	<i>Datos obtenidos de la Altura de las plántulas de Aliso (Alnus acuminata) a los 60 días.</i>	33
3.1.2.2.	<i>Análisis de los datos obtenidos del Diámetro a la Altura del Cuello (DAC) de las plántulas de Aliso (Alnus acuminata) a los 60 días.</i>	36

3.1.2.3.	<i>Número de hojas verdaderas</i>	38
3.1.3.	<i>Discusión</i>	40
CONCLUSIONES		42
RECOMENDACIONES		43
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Clasificación taxonómica.....	6
Tabla 2-1:	Plagas	16
Tabla 1-2:	Fuente de variación	22
Tabla 2-2:	Métodos pregerminativos utilizados en la semilla de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) en la investigación.	24
Tabla 3-2:	Porcentaje de la preparación de sustratos utilizados.	25
Tabla 4-2:	Preparación de los 7 tratamientos utilizados en la investigación.	25
Tabla 1-3:	Germinación de semillas	28
Tabla 2-3:	Análisis de varianza del porcentaje de germinación de semillas de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) a los 20 días.....	29
Tabla 3-3:	Prueba de tukey	29
Tabla 4-3:	Semillas germinadas a los 40 días.....	30
Tabla 5-3:	Análisis de varianza de germinación de semillas de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) a los 40 días.	31
Tabla 6-3:	Semillas germinadas	32
Tabla 7-3:	Análisis de varianza de germinación de semillas de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) a los 60 días.	32
Tabla 8-3:	Datos obtenidos en altura a los 60 días.	33
Tabla 9-3:	Análisis de varianza en altura de plántulas de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) a los 60 días.	34
Tabla 10-3:	Prueba de tukey en altura	35
Tabla 11-3:	Datos obtenidos del (DAC) a los 60 días.	36
Tabla 12-3:	Análisis de varianza en diámetro a la altura del cuello (DAC) (<i>Alnus acuminata</i>) a los 60 días.....	37
Tabla 13-3:	Prueba de Tukey en diámetro.....	37
Tabla 14-3:	Número de hojas verdaderas en plántulas de aliso a los 60 días.....	38
Tabla 15-3:	Análisis de varianza en número de hojas verdaderas en plántulas de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) a los 60 días.....	39

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1-3:	Porcentaje de medias de germinación de semillas de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) a los 20 días.	30
Gráfico 2-3:	Porcentaje de germinación de semillas de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) a los 40 días.	31
Gráfico 3-3:	Porcentaje de germinación de semillas de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) a los 60 días.	33
Gráfico 4-3:	Altura de las plántulas de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) a los 60 días.	35
Gráfico 5-3:	Diámetro a la Altura del Cuello (DAC) de las plántulas de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) a los 60 días.....	38
Gráfico 6-3:	Número de hojas verdaderas de las plántulas de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) a los 60 días.....	39

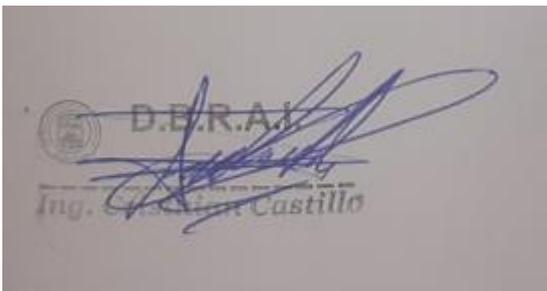
ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE TRATAMIENTOS
PREGERMINATIVOS
- ANEXO B:** LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE CAMPO.
- ANEXO C:** DESINFECCIÓN DE SUSTRATOS.
- ANEXO D:** MEZCLA HOMOGÉNEA DEL SUSTRATO.
- ANEXO E:** ENFUNDADO DE SUSTRATOS
- ANEXO F:** SIEMBRA DE SEMILLAS A UTILIZAR EN EL ENSAYO.
- ANEXO G:** RIEGO.
- ANEXO H:** DESHIERBE.
- ANEXO I:** TOMA DE DATOS.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivos evaluar la germinación de semillas de aliso (*Alnus acuminata*) y el crecimiento de las plántulas, con el fin de determinar el mejor tratamiento. Esta investigación se desarrolló en el vivero forestal de la Espoch, donde se estableció un diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo bifactorial compuesto de 7 tratamientos con 3 repeticiones. El ensayo comprendió las fases de preparación y desinfección de la cama del vivero, preparación de tratamientos pregerminativos, preparación y desinfección de sustratos, llenado de fundas y siembra directa. Las variables evaluadas fueron porcentaje de germinación se desarrolló en 3 etapas a los 20, 40 y 60 días y el desarrollo vegetativo donde se consideró: Atura (cm), Diámetro altura del cuello (mm) y presencia de hojas verdaderas a los 60 días después de la siembra, para el análisis de varianza y separación de medias se utilizó la prueba de Tukey a un nivel de confiabilidad del 5 %. Los resultados obtenidos indicaron que los mejores tratamientos para germinación a los 20 días fueron de 46.66%, a los 40 días el T3 obtuvo 70% y el T4 un 60% de germinación, mientras que a los 60 días no existió más semillas germinadas. El mejor tratamiento para el crecimiento de la plántula en altura, DAC y presencia de hojas verdaderas se encuentran en el T2, con un promedio en altura de 1.71 centímetros y de DAC de la plántula un promedio de 3.61 milímetros en presencia de hojas verdaderas ningún tratamiento influyo en la aparición. Concluyendo el mejor tratamiento para germinación se encontró en los T3 Y T4 y para crecimiento de la plántula en el T2. Por lo que se recomienda el uso de los sustratos de la investigación para un mejor crecimiento en plántulas.

Palabras clave: <ALISO (*Alnus acuminata*)>, <PREGERMINATIVOS>, <FORESTAL>, <SUSTRATOS>, <TRATAMIENTOS>, <GERMINACIÓN>, <PERLITA>.



1889-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the germination of alder seeds (*Alnus acuminata*) and the growth of seedlings in order to determine the best treatment. This research was developed in the Espoch forest nursery. A Random Complete Block Design (DBCA) was established with a bifactorial arrangement composed of 7 treatments with 3 repetitions. The trial included the phases of preparation and disinfection of the forest nursery bed, preparation of pre-germination treatments, preparation and disinfection of substrates, filling of covers and direct sowing. The variables evaluated were percentage of germination developed in 3 stages at 20, 40 and 60 days and vegetative development. It was considered: Height (cm), Diameter height of the neck (mm) and presence of true leaves at 60 days after of sowing, for the analysis of variance and separation of means, the Tukey test was used at a reliability level of 5%. The results obtained indicated that the best treatments for germination at 20 days were 46.66%, at 40 days T3 obtained 70% and T4 60% germination, while at 60 days there were no more germinated seeds. The best treatment for the growth of the seedling in height, DHN and presence of true leaves are found in T2, with an average height of 1.71 centimeters and DHN of the seedling an average of 3.61 millimeters in the presence of true leaves no treatment influenced the appearance. Concluding the best treatment for germination was found in T3 and T4 and for seedling growth in T2. Therefore, the use of research substrates is recommended for better growth in seedlings.

Keywords: <ALDER (*Alnus acuminata*)>, <PRE-GERMINATIVES>, <FORESTRY>, <SUBSTRATES>, <TREATMENTS>, <GERMINATION>, <PERLITE>.

Riobamba, September 22, 2022



PhD. Dennys Tenelanda López
ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

Los recursos forestales del Ecuador se encuentran en sus bosques naturales, en las plantaciones forestales, en los sistemas agroforestales, en los ecosistemas especiales como son los páramos, humedales, manglares, entre otros, y en los árboles aislados. El Ecuador posee alrededor de 11.000.000 de hectáreas de bosques, 80% de los cuales está situado en la Amazonía. Del total de bosques, el 40% pertenece a áreas protegidas. Se estima que la deforestación anual es de al menos 180.000 hectáreas y la reforestación de apenas 5.000 ha/año. La materia prima que abastece a la industria forestal ecuatoriana proviene en su mayor parte del bosque nativo (aproximadamente 75%) y, en menor grado de plantaciones forestales. (Aulestia; Edga et al., 2018,p.66).

El aliso pertenece a la familia Betulaceae, se propaga por semillas y por estacas. Según Añazco (1996), en los Andes crece en forma natural entre los 2000 y 3000 msnm, sin embargo, también se puede encontrar fuera de los límites cuando existe un microclima favorable. Dependiendo del lugar ésta especie puede alcanzar hasta 30m de altura y 70cm de DAP, pero es más común encontrar individuos de menores dimensiones.

El aliso tiene gran importancia en la canalización del nitrógeno y su utilidad en la producción de muebles, la prevención de deslizamientos de tierra en zonas vulnerables y por supuesto, en la construcción. Las hojas en descomposición aportan nutrientes al suelo y como medicina para aliviar dolores de cabeza y ayudar a cicatrizar heridas y fracturas.(Ordóñez, Aguirre y Hofstede, 2001,p.16).

En el Ecuador *Alnus acuminata* (Aliso), constituye una de las especies más importantes, ya que se encuentra en forma dispersa a lo largo del país, sobre todo en la región sierra, hacia el Litoral y la Amazonía, es de rápido crecimiento, aporta nitrógeno al suelo a través de la canalización del aire, y en temas del suelo, las hojas aportan nutrientes orgánicos en cuanto se descomponen; además, proporciona protección a cultivos y animales, reduce la evaporación en un 50%, compete muy poco con los cultivos ya que las raíces no son superficiales. (Aulestia; Edga et al., 2018,p.66).

Alnus acuminata ha sido incluida en programas de reforestación en sistemas de agroforestería en Latinoamérica y en programas de mejoramiento genético en Costa Rica. Adicionalmente, se considera como una especie fijadora de nitrógeno y de amplio uso en la construcción rural y artesanal (Hernandez, 2011,p.53) . Esta especie es apta para asociarla a diferentes sistemas productivos, debido a sus aptitudes de conservación y adaptación (Aulestia; Edga et al., 2018,p.66).

Este árbol se considera como primordial en el proceso de reforestación en zonas que no hay gran población de especies vegetales. Su crecimiento se da con facilidad en las rondas de los ríos o

afluentes de agua, zonas potenciales para deslizamientos de tierra o áreas con zonas verdes. El Aliso aporta significativamente al proceso de recuperación de las áreas boscosas (Valdez y Balderrama,2013).

Los tratamientos pregerminativos son de gran relevancia para mejorar la producción de plántulas a partir de un lote de semillas si estas presentan algún tipo de dormición.(Arana, 2011,p.3).

La inmersión en agua caliente y fría, se utiliza con la finalidad de romper la latencia inducida por la testa al ablandar (Viveros et al. 2015,p.53). Los tratamientos con agua fría es una técnica que busca además de ablandar tegumentos duros, eliminar sustancias inhibitoras de la germinación que están en las cubiertas de las semillas. Mientras que tratamiento con agua caliente las semillas son sumergidas en agua con un grado de temperatura cercano al punto de ebullición, con la finalidad de acelerar y facilitar la germinación. Debemos tener en cuenta que al agregar las semillas la temperatura del agua desciende, por lo que es necesario renovar parcialmente el agua para mantener la temperatura cercana a los 100 °C. (Ministerio de Agroindustria Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2018,p.165).

La propagación del aliso en Ecuador se da sexual y asexual, para la propagación sexual se debe recolectar frutos cuando el 50% está verde, se secan entre los 3 y 5 días a media sombra debido a que pierde rápidamente su poder germinativo (Vásquez, 2008,p.9).

Antecedentes

El aliso, en Ecuador se distribuye naturalmente en sectores con temperaturas entre los 4 a 27°C, precipitaciones de 1000 a 3000 mm y altitudes de 2300 y 2400 m.s.n.m en terrenos con altas pendientes(Aulestia; Edga et al. 2018,p.66).

En programas de reforestación es considerado como una especie vegetal que ayuda a proteger las fuentes hídricas, además tienen un rol fundamental en la repoblación de bosques en alturas como las de la sierra ecuatoriana, sirve también para la recuperación de suelos desgastados (kikuyo) (Tapia, 2012,p.9).

El sistema agroforestal cual consiste en plantaciones forestales con la apertura necesaria para que pueda crecer el pasto bajo los árboles, se han obtenido muy buenos resultados con plantaciones silvopastoriles, ya que el pasto (kikuyo) que se encuentra junto al Aliso, tiene mejores características que el que no, esto se debe a la canalización del nitrógeno característico de este último (Tapia, 2012,p.9).

Problema

Uno de los principales problemas en el aliso (*Alnus acuminata*) surge debido a que no tiene buen porcentaje de germinación por semilla por lo que se está buscando tratamientos pregerminativos los cuales ayuden a un aumento significativo en la tasa de germinación de semillas de aliso, con el fin de ayudar a viveristas (Nieto,2017,p.4).

El desconocimiento de tratamientos que ayuden a una pronta germinación en el aliso ha provocado que no estén usando un adecuado procedimiento. La propagación del Aliso se lo realiza comúnmente con semillas sin tratamientos pregerminativos esto se debe al desconocimiento del mismo (Nieto,2017,p.4).

Un adecuado proceso de germinación reduce pérdidas, al utilizar una menor cantidad de semilla y materiales para alcanzar un determinado porcentaje y homogeneidad de germinación (Nieto,2017,p.4).

El Aliso por lo general germina empíricamente sin conocimiento real de las características de un sustrato adecuado utilizable y viable para lo cual estos estudios podrían brindar resultados técnicos generales de esta especie y la cantidad de cada sustrato para una germinación y desarrollo adecuado de la plántula de aliso. Determinando la influencia de tratamientos pregerminativos en la semilla de aliso para fijar un proceso de aceleración en la germinación de la semilla.

La preocupación e interés por viveristas en obtener un mejor desarrollo vegetativo en plántulas de aliso se pretende determinar si tiene influencia la fibra de coco, perlitas y turba en la germinación y desarrollo vegetativo del aliso.

Justificación

Esta investigación permite dar conocer a viveristas y técnicos forestales a mantener y mejorar la producción en el vivero del aliso (*Alnus acuminata*), proponiendo evaluar el proceso de germinación de aliso (*Alnus acuminata*) utilizando diferentes sustratos y tratamientos pregerminativos que ayudarán a reducir la latencia propia de la semilla, favoreciendo a una rápida germinación, de esta forma se generan datos para establecer sistemas forestales con este tipo de árbol, en este sentido se fundamenta la importancia para el ámbito forestal y ecológico. (Pérez López et al. 2013,pp.19-21).

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar la germinación de semillas de aliso (*alnus acuminata*) en tres sustratos y dos procesos pregerminativos en el vivero de la facultad de recursos naturales ESPOCH

Objetivos Específicos

- Evaluar el porcentaje de germinación de Aliso (*Alnus acuminata*) a nivel de vivero en diferentes tratamientos.
- Evaluar el mejor tratamiento en el crecimiento de las plántulas de aliso (*Alnus acuminata*).

Hipótesis

Hipótesis Nula

H0: Ningún tratamiento influye en la propagación sexual de Aliso (*Alnus acuminata*).

Hipótesis Alterna

H1: Al menos uno de los tratamientos influye en la propagación sexual de Aliso (*Alnus acuminata*).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Aliso (*Alnus acuminata*).

Este árbol está relacionado con la línea genealógica de los Betulaceae, se multiplica a través de las semillas y por estacas.

Según Añazco (1996) en los Andes crece en forma natural entre los 2000 y 3000 msnm, sin embargo también se puede encontrar fuera de los límites cuando existe un microclima favorable. Dependiendo del lugar ésta especie puede alcanzar hasta 30m de altura y 70cm de DAP, pero es más común encontrar individuos de menores dimensiones (Ordóñez, Aguirre y Hofstede, 2001,p.16).

El Aliso tiene gran importancia, debido a su aporte en el proceso de fijación del Nitrógeno, y además porque es imprescindible para la construcción y producción de muebles para el hogar o artesanías. Las hojas de este, sirven para fortalecer el suelo, en la medida que se conserva como forraje y como medicina para aliviar dolores de cabeza y ayudar a cicatrizar heridas y fracturas.(Ordóñez, Aguirre y Hofstede, 2001,p.16).

Alnus acuminata es una especie de rápido crecimiento valorada por su madera, protección de cuencas hidrográficas y mejora del suelo. Nativa de México hasta norte de Argentina, es conocida como: aliso (México, Argentina, Colombia, Ecuador y Perú); palo de lama (Guatemala) y; cerezo y chaquiro (Colombia). Fácilmente propagable a partir de semillas o por regeneración natural, *Alnus acuminata* es una popular especie agroforestal en su área de distribución nativa. Se ha introducido con éxito en el sur de Chile y el sur de Nueva Zelanda.(Russo, 1994,p.2).

Se ha demostrado que el aliso logra capturar grandes cantidades de Dióxido de Carbono (CO₂) y Óxido Nitroso (N₂O) lo que permite validarla como una especie forestal idónea para actividades de reforestación con fines de brindar este servicio ecosistémico (Russo, 1994,p.2).

1.1.1. Clasificación taxonómica

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica

Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Hamamelididae</i>
Orden	<i>Fagales</i>
Familia	<i>Betulaceae</i>
Género	<i>Alnus</i>
Especie	<i>acuminata</i>

Fuente: (Vázquez et al. 1999,p.45)

1.2. Distribución

1.2.1. Geográfica

El aliso se distribuye en varios países de América latina como: Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Perú y Venezuela. En Ecuador entre los 2.000 a los 3.800 msnm, se registra en de la sierra, como Carchi, Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, Napo, Morona, Cañar, Azuay y Loja (Lozano, 2015,p.29).

1.2.2. Ecología

Alnus acuminata es nativa del continente americano que va desde México hasta el norte Argentina en elevaciones entre 1.200 y 3.200 msnm donde la precipitación anual es de 1.000 a 3.000 mm o más. La especie se presenta donde la temperatura media anual oscila entre 4°, y 27 °C; sin embargo, puede soportar temperaturas que caen brevemente por debajo de 0 ° C. (Russo, 1994,p.3)

Crece en ambientes de suelo húmedo, generalmente a lo largo de las orillas de los arroyos, ríos, estanques y pantanos donde típicamente forma masas densas y puras. También se puede asociar con llanuras aluviales húmedas o laderas de montañas húmedas, aunque puede adaptarse a condiciones algo más secas. Sin embargo, suele estar restringido a zonas con humedad adicional del suelo, como tierras altas tropicales frías y regiones frías de latitudes altas con lluvias abundantes donde la niebla y la capa de nubes pueden ser una fuente de precipitación por goteo de niebla. En tierras altas tropicales de América Central y del Sur (Russo, 1994,p.3).

1.2.3. Características ecológicas

1.2.3.1. Fenología

Se observa floración de septiembre a octubre y con frutos maduros en enero y febrero (Aulestia; Edga et al.,2018,p.66).

1.2.3.2. Clima

El aliso, en Ecuador se distribuye naturalmente en sectores con temperaturas entre los 4 a 27°C, con precipitaciones de 1000 a 3000 mm en terrenos con altas pendientes (Aulestia; Edga et al.,2018,p.66).

1.2.3.3. Temperatura

Requiere una temperatura media anual entre 4 a 18 °C, con un máximo de 27 °C y una mínima de hasta -2 °C. tolera bajas temperaturas y heladas de poca duración (Sánchez et al.,2009,p.27).

1.2.3.4. Tolerancia

El aliso es una especie estrictamente heliófila en sus etapas iniciales de desarrollo. Soporta relativamente bien las heladas, aunque estas retardan su crecimiento. Presenta su límite inferior alrededor de los 4 °C, pero hay poblaciones de Aliso que soportan temperaturas hasta los -10 °C. en su desarrollo inicial es muy susceptible a daños por vientos fuertes, sequias y a la competencia por la luz y nutrientes con malezas, pero mejora su tolerancia una vez se encuentra establecido. Esta especie no tolera suelos pesados, pantanoso o que presentan inundaciones parciales (Sánchez et al.,2009,pp.26-27).

1.3. Descripción Botánica

Árbol mediano (10-30 m), de 20 – 70 cm de diámetro; posee un fuste recto y una corteza externa escamosa color cenizo, con lenticelas protuberantes y alargadas, de 1 cm de longitud, y una corteza interna color rosado o crema; hojas simples y alternas oblongas a ovadas, de 7 cm a 9cm de longitud y de 5 cm a 7 cm de ancho, borde acerrado con nervios muy rectos e impresos en la cara superior, flores agrupadas por separado según el sexo, flores masculinas muy pequeñas y numerosas, de unos pocos milímetros de longitud, agrupadas en amentos pendulares o espigas

colgantes; frutos agrupados en infrutescencias oblongas, con aspecto de conos, aplanados, alados y muy pequeños, de 2 mm a 4 mm de longitud (Lozano, 2015,p.28).

1.3.1. Forma.

Árbol o arbusto perennifolio que presenta un altura que oscila entre los 30 centímetros hasta 1 metro, sin embargo, en la adultez se encuentran ejemplares de hasta 45 metros de altura (Alnus acuminata, 2021,p.45)

1.3.2. Tronco

El tronco es recto, con aletones pobremente desarrollados, corteza gris clara casi blanca lisa o ligeramente rugosa, escamosa en individuos viejos, con lenticelas ovaladas y amarillentas, dispuestas horizontalmente a lo largo del fuste.(Sánchez et al., 2009,p.29).

1.3.3. Copa

Se puede decir, que generalmente esta es finita, pero con aperturas marcadas. En el país se varían estas condiciones de acuerdo con la altura del lugar donde se da el Aliso, pues entre más alto el lugar, se evidencian copas más frondosas pocas veces es abierta.(FERREL 2017,p.31).

1.3.4. Raíz

Presenta un sistema radical poco profundo, amplio y extendido. En raíz se pueden observar nódulos relacionados con la simbiosis que presenta este árbol con *Frankia alnii* (bacteria filamentosa fijadora de nitrógeno atmosférico). Gracias a esta simbiosis el aliso es capaz de poblar terrenos que no presentan las características de fertilización adecuadas, esto hace que se tomen los productos orgánicos de este suelo, en el menor tiempo posible (Sánchez et al. 2009,p.29).

1.3.5. Hojas

Las hojas tienen un tamaño que oscila desde los 3 hasta los 15 centímetros, en cuanto a su morfología se encuentran con un diseño elíptico y ovalado, los bordes son aserrados normalmente. La coloración es en tonos verdes oscuros con tonalidades brillantes, por la otra parte, se ve un tono más gris.

Poseen margen doblemente dentado y son más anchas a un tercio de la hoja, dando un aspecto de acorazonadas. (Ospina et al. 2020,p.7).

Poseen de 5 a 8 pares de nervaduras, con textura pegajosa cuando la planta es joven y muestran tricomas en la parte inferior. El margen de las hojas es irregular y dentado con ápice escotado (CATIE, 1995,p.4).

Son hojas ovoides o elípticas y aserradas; con nervios secundarios rectos, densos, paralelos entre si y oblicuos al central; haz verde oscuro brillante y envés ligeramente pardo a grisáceo. (Sánchez et al., 2009,p.30).

1.3.6. Flores

Las flores son unisexuales y están dispuestas en amentos. Las flores masculinas tienen un color púrpura al brotar y miden unos 3 cm de largo, se agrupan de dos o tres.

Por su parte, las flores femeninas son de tamaño más pequeño entre 1 y 1,5 cm de largo, se agrupan de 2 – 8 flores. Igualmente son de color púrpura una vez que brotan, pero se convierten en verdosas una vez que florecen. Al fructificar se tornan de un color marrón y adquieren una textura algo leñosa similar a una piña (Ospina et al. 2020,p.7).

Las flores masculinas y femeninas brotan antes que las nuevas hojas y se ven muy llamativas en el árbol. La floración ocurre entre marzo y abril (CATIE, 1995,p.5). En la misma rama se encuentran flores de ambos sexos (Ospina et al. 2020,p.7).

Las inflorescencias femeninas se presentan en racimos en las que se agrupan entre 3 y 4 flores, cada flor tiene forma de cono su color varía de verde a café dependiendo del estado de maduración (Sánchez et al. 2009,p.31).

Las inflorescencias masculinas se presentan en aumento de 5 a 10 cm de largo y generalmente en agrupaciones de 3, el color normal es verde amarillento y caen del árbol luego de la floración. (Sánchez et al. 2009,p.31)

1.3.7. Fruto

Estos se encuentran en su descendencia a través de estróbilos, que tienen forma similar a las de los pinos, con forma ovalada, sin embargo, el color se da en tonalidades verdes y amarillas, que proceden un tono más marrón cuando ya llegan a un estado de madurez. En cuanto a la producción

que arrojan los árboles con una edad adulta, se encuentra una cantidad que va desde 6 mil hasta 10 mil frutos, cada uno con más de 80 semillas (Ospina, Hernandez y Gomez,2020,p.7).

Se encuentran dispuestos en estróbilos, con formas de cono de color verde a café según su estado de maduración. Presentan escamas leñosas donde se encuentran las semillas.(Sánchez et al., 2009,p.32).

1.3.8. Semilla

La semilla del aliso se recoge de los frutos secos cortos y parados; son diminutas, aproximadamente 4 milímetros de diámetro, de color café claro, redondeadas, aladas y aplanadas. Gran porcentaje de semilla es vana (no viable) (Sánchez et al., 2009,p.33).

Debido a la dormancia dura presentada por estas semillas se utilizan como tratamientos pregerminativos la inmersión en agua, el choque hipotérmico o la estratificación en arena húmeda por 30 a 60 días. La siembra se realiza en almácigos, al voleo y preferiblemente preparado con sustrato extraído de alisales (Sánchez et al., 2009,p.33).

La semilla puede distribuirse gracias a la gravedad, el agua y el viento. Presenta germinación epigea, que inicia a los 5 o 10 días luego de la siembra y se completa a los 40 días. Es una semilla ortodoxa, pero en condiciones normales de almacenamiento el porcentaje de germinación disminuye con el tiempo, pasando del 50 a 80% después de un mes de almacenamiento a solo 10% luego de seis meses. (Sánchez et al., 2009,p.33).

Son elípticas, muy pequeñas de 0,65 mm de ancho y 1,34 mm de largo, aladas lo cual es de fácil dispersión por el viento, son de color café claro y tienen cubiertas blandas (CATIE,1995,p.5).

La semilla y lo que respecta a su peso, existe una variación importante que ha sido demostrada por diversos actores, esto se debe al lugar donde se obtuvo la misma, sin embargo, se encuentra entre 1,000.000 y 4,500.000 ejemplares por kg (Ospina et al. 2020,p.7).

1.3.8.1. Viabilidad de semilla

Las semillas son recalcitrantes y deben plantarse rápidamente; la viabilidad disminuye del 70% al 20% en unos pocos meses. La viabilidad de la semilla se puede extender almacenándola en recipientes herméticos a 5 ° C. La viabilidad es del 50% y 31% después de 2 y 3 meses, respectivamente. (Russo, 1994,p.4).

1.4. Propagación

La manera de reproducirse del Aliso, es a través de semillas, plántulas o, estacas; ante esto, se menciona que existe una gran ventaja en cuanto a la facilidad de propagación, pues se pueden obtener más de ellas a través de otras plántulas; en cuanto a las semillas es un poco más lento el proceso, pero existe un porcentaje alto de germinación y regeneración (Tapia, 2012,p.18).

En el país, el Aliso tiene las dos formas de reproducción las cuales se mencionan en el párrafo anterior, sin embargo, el blanco, tiene mayores probabilidades de reproducirse, ya que no se observa una diferencia significativas entre las dos maneras de multiplicación (Tapia, 2012,p.18).

Ventajas. – La multiplicación a través de los esquejes, se utiliza con mayor frecuencia, esto debido a la necesidad de reforestar, esta manera tiene fortalezas en cuanto, se obtienen resultados en el menor tiempo, ya sea con el uso de aditivos y sin ellos (Mesén, 1998,p.1)

Desventajas. – En este sentido se habla de la dificultad para producir árboles con raíces, si se compara con el valor que se debe invertir en la reproducción con semillas (Mesén,1998,p.4).

1.4.1. Propagación asexual.

Es la manera de propagar las plantas de la forma más sencilla, ya que usa partes de la planta para obtener nuevos ejemplares, este se recomienda para obtener resultados a bajo costo, con resultados en menor tiempo. En este proceso, se obtiene la parte de la planta para enraizarla, entre estas partes se encuentran tejidos y órganos que fácilmente generan otras plantas. Es importante mencionar que este método está relacionado con el perfeccionamiento de la genética de la planta.(Ordoñez et al..2004).

1.4.2. Reproducción sexual.

En el proceso de recopilación de semillas óptimas que tengan garantía de germinar, se deberá recopilar las frutas antes de que la coloración pase de verde a café. En este momento, tienen biseles blancos en los embriones, los que tienen la coloración oscura, se deben evitar en dicha recolección, esto se debe a que la semilla ya no cumple los parámetros de fertilidad. Estos conos se exponen a sombra mediana en un lapso de 72 a 120 horas, posteriormente se limpiarán para obtener aquellas que tienen mayor posibilidad de germinar (Tapia,2012,p.19).

1.5. Selección de árboles semilleros

El aliso se encuentra en diferentes regiones del Ecuador, sin embargo, a través de las características del suelo, el clima y demás circunstancias, puede presentar aspectos físicos diferentes entre una y otra, a modo tal de confundir al observador (Ospina et al. 2020,p.8).

Teniendo en cuenta el uso que se le da a la madera que aporta el Aliso, sobre todo en temas de decoración para el hogar y construcción, la demanda de plantas con la menor cantidad de defectos, por tal motivo es necesario emplear estrategias que permitan la optimización de las mismas. De acuerdo con lo anterior, se recomienda tomar en cuenta el tamaño de los ejemplares, ya que este tema no tiene que ver con el aspecto genético (Ospina et al. 2020,p.8).

En el proceso de selección de los árboles, es necesario que la comparación en el momento de la selección se haga entre arboles vecinos que estén localizados en ambientes lo más similares posibles. Normalmente cuando se seleccionan en plantaciones o rodales naturales puros coetáneos, el árbol candidato se compara con los arboles existentes en un radio de 10 a 20 m, dependiendo de la densidad existente y de la configuración topográfica (Ordoñez et at. 2004).

1.5.1. Algunos datos a considerar en la cosecha de semillas forestales

Los métodos para la recolección de semillas de especies nativas se basan en las características de los árboles productores: fenotipo. La opción será ir a un área de cierta calidad y representatividad para recoger las semillas, eligiendo los mejores ejemplares mediante la selección de los árboles. Por cada región es importante establecer los rodales y los árboles productores (genotipo y ambiente). Para las especies forestales nativas es importante elegir los árboles semilleros, sobre la base de su:

- Fuste recto.
- Sin bifurcaciones.
- Sin enfermedades.
- Lo más cilíndrico posible.(Ministerio de Agroindustria Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2018,p.154)

1.6. Tipos de siembra

Los tipos de siembra pueden ser:

- a) Al voleo
- b) En líneas: a su vez puede ser “a chorrillo” o “a golpes”

1.6.1. *Al voleo*

Se utiliza para semillas muy pequeñas como las de eucaliptos, casuarinas, lenga, aliso. En un kilo entran entre 1.500.000 y 2.000.000 de semillas pequeñas. En este caso, se distribuyen las semillas en forma de fina lluvia, cubriendo la superficie destinada a la siembra.

Para realizar esta tarea se puede utilizar una lata a la que se le realizan 2 o 3 orificios en el fondo, de un tamaño un poco mayor que el de las semillas. Una vez cargado se agita sobre el suelo en forma de zigzag para obtener una correcta distribución de las semillas. Una vez realizada la siembra se cubre el suelo con una fina capa de sustrato (Ministerio de Agroindustria Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2018,p.44).

1.6.2. *En líneas*

La siembra en líneas se realiza sobre surcos marcados previamente. Los surcos se marcan con una azada o simplemente un palito (dependiendo del tamaño del almacigo); luego se distribuyen las semillas con la mano.

A chorrillo: las semillas se distribuyen en el surco, dejándolas caer en forma continua. Se utiliza para semillas pequeñas a medianas como las de apreses, pinos, alerce, liquidámbar. En este caso, la cantidad de semillas por kilo oscila entre 300.000 y 10.000.

A golpes: se utiliza con semillas más grandes como por ejemplo robles, pino Paraná, pehuén, algarrobos, cedro misionero, quebracho colorado chaqueño, tipa blanca, urunday, guayabí, cebil, espina de corona. Se colocan 1 (si es muy grande), 2 o 3 semillas en pocitos a intervalos regulares en el surco. La distancia entre hoyos puede ser 8-10-15 cm. La cantidad de semillas contenidas en un kilo va de las 10.000 a las 150 (Ministerio de Agroindustria Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2018,p.45).

En todos los tipos de siembra una vez colocadas las semillas se cubren con una capa de sustrato de espesor variable según el tamaño de la semilla. Finalmente se aprietan suavemente para que las semillas tomen contacto con la tierra. Posteriormente se riega. Es conveniente, siempre que sea posible, realizar siembras en líneas. De esta manera, cuando las plantitas emergen es más fácil diferenciar los yuyos (fuera de la línea), de las plantas sembradas. También cuando se realizan pequeños almacigos en latas o cajoncitos, hay que registrar qué se sembró en cada uno. (Ministerio de Agroindustria Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2018,p.45).

1.7. Uso

Su madera es liviana, se utiliza para la fabricación de cajas de madera, tornería, molduras y artesanías (Mahecha et al.2012).

Su madera es empleada en la fabricación de artesanías, lápices, instrumentos musicales, mangos para herramientas, pulpa para papel, carpintería en general y como combustible (leña y carbón). Al presentar buen desenrollado puede utilizarse en la elaboración de chapas para tríples, tableros y contrachapados (Sánchez et al. 2009,p.35).

Medicinal como cicatrizante y diurético para tratar el reumatismo, artritis y resfríos, Maderable, curtiembre de cueros, teñido para algodón y lanas; usado en programas silvopastoriles debido a su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo y fertilizarlo (Lozano 2015,p.29).

Esta especie es ampliamente utilizada en la restauración de suelos degradados por agricultura y ganadería en áreas de ladera y en el establecimiento de sistemas silvopastoriles. En las márgenes de corrientes y cuerpos de agua se siembra para protección y conservación del recurso hídrico facilitando la protección de las cuencas hidrográficas (Sánchez et al. 2009,p.35).

De acuerdo con las características de las raíces de esta planta, su uso está destinado normalmente a la prevención de deslizamientos de tierra, o los desastres que tienen que ver con la erosión (Sánchez et al. 2009,p.35).

A pesar de su peso es resistente y fuerte se utiliza para la construcción. También es utilizada como madera para leña, postes, madera ligera, cajas, palos de escoba, implementos domésticos, núcleos de madera contrachapada, tableros de partículas e instrumentos musicales. Una empresa de fósforos en Colombia evaluó más de 20 especies nativas y encontró la madera de *Alnus acuminata* más adecuada para hacer cerillas (Russo, 1994,p.3).

1.8. Propiedades tecnológicas de la madera

1.8.1. *Propiedades organolépticas de la madera*

Color: Castaño a rosado sin diferenciar entre albura y duramen.

Veteado: En arcos superpuestos con líneas más oscuras que el resto de la madera, producidas por bandas más densas y oscuras.

Sabor: No se presenta o es difícil de reconocerlo

Olor: No se presenta o es difícil de reconocerlo

Brillo: medio a alto.

Grano: Recto a ligeramente ondulado.

Textura: Fina a mediana

(Ecuador Forestal,2010)

1.8.2. *Durabilidad natural*

Esta madera no tiene una durabilidad natural alta, menos aún si se la usa en contacto con el suelo, por ello se recomienda preservarla antes de usarla (Ecuador Forestal,2010).

1.8.3. *Aserrado y labrado*

Fácil de aserrado y en general, de fácil trabajabilidad en las diferentes operaciones: cepillado, moldurado, torneado, taladrado, lijado. (Ecuador Forestal,2010)

1.9. Plagas y enfermedades

Como todas las especies vegetales, el aliso es afectado por diferentes plagas. A continuación, se presentan algunos de los más relevantes:

Tabla 2-1: Plagas

Nombre común	Nombre científico, orden y familia	Daño producido	Manejo
Barrenador del aliso	<i>Corthylus n. sp.</i> <i>Coleoptera</i> <i>Scolytidae</i>	Perforación del tronco	Captura mediante trampas con alcohol
Barrenador del aliso	<i>Scolytodes alni</i> <i>Coleoptera</i> <i>Scolytidae</i>	Perforación del tronco	Eliminación de los individuos afectados
Comedor de follaje	<i>Chalcophana sp.</i> <i>Coleoptera</i> <i>chysomelidae</i>	Perforación circulares entre nervaduras principales	Control biológico con el parasitoide <i>Enoggera reticulata</i>
Cucarroncito verde	<i>Diabrotica sp.</i> <i>Coleoptera</i> <i>Chysomelidae</i>	Daño en el cuello de la raíz, volcánica y muerte.	Aplicación de insecticidas de contacto.
Tortuguita verde	<i>Nodonata sp.</i> <i>Coleoptera</i> <i>Chysomelidae</i>	Perforación circular en el follaje. Amarillamiento general.	Aplicación de insecticidas de contacto.
Frailecito	<i>Macrodactylus sp.</i> <i>Coleoptera</i> <i>Melolonthidae</i>	Esqueletizadores de las yemas terminales y las hojas nuevas.	Aplicación de insecticidas de contacto.
Defoliador del aliso	<i>Oxydia olivata</i> <i>Lepidóptera</i> <i>Geometridae</i>	Defoliación total del árbol.	Captura mediante trampas de luz blanco u ultravioleta.

Fuente: (Sánchez et al. 2009,p.36)

1.10. Sustratos

El término “sustrato”, que se aplica en la producción viverística, tiene que ver con todo el contenido sólido que reemplaza al suelo, en este sentido, se puede hablar de componentes orgánicos, minerales o artificiales y que, colocado en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular; el sustrato tiene la capacidad de nutrir las plantas allí ubicadas. Esto último, clasifica a los sustratos en químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, etc.) y químicamente activos (turbas, corteza de pino, etc.). En el caso de los materiales químicamente inertes, éstos actúan únicamente como soporte de la

planta, mientras que en los restantes intervienen además en procesos de adsorción y fijación de nutrimentos (Pastor,1999,p.232).

Los sustratos para la producción de plantas pueden ser definidos como el medio adecuado para la sustentación y retención de cantidades suficientes y necesarias de agua, oxígeno y nutrientes, además de ofrecer un pH compatible, ausencia de elementos químicos en niveles tóxicos y conductividad eléctrica adecuada, además a la hora de elegir a un sustrato, se debe observar principalmente, sus características físicas y química (Abanto et al. 2016,p.342).

(Crespo, Montoya y Villa, 2012,p.1) mencionan que el sustrato aporta el soporte a las plantas, ya que se basa en el material compacto que generalmente es orgánico acompañado de minerales y residuos; este se ubica en un recipiente que favorece el crecimiento de las raíces, finalmente garantiza la nutrición vegetal.

1.11. Criterios para selección de un sustrato

Según (Crespo, Montoya y Villa 2012,p.1), mencionan una de las principales ventajas del cultivo en sustratos es el menor costo para el control de plagas y enfermedades de la raíz, en relación a un cultivo en suelo donde las raíces tienen mayor susceptibilidad al ataque de estos organismos fitopatógenos.

Para elegir un material como sustrato se deben considerar varios aspectos para que el crecimiento de las plantas sea el óptimo. Dentro de los criterios más importantes se encuentran:

- Con propiedades físicas, químicas y biológicas adecuadas para el crecimiento del cultivo.
- Considerar la relación beneficio/costo.
- Su disponibilidad en la región o zona.
- Facilidad de manejo o compatibilidad, en el caso de realizar mezclas de materiales.
- Evitar que causen daño al ambiente.
- Que estén libres de patógenos.(Crespo et al. 2012,p.2)

1.12. Tipos de sustratos

1.12.1. Perlita

La perlita es un material de procedencia volcánica que se expande mediante un proceso de calentamiento a 1.000-1.200°C. Químicamente está compuesto por sílice y óxidos de aluminio,

hierro, calcio, magnesio y sodio. La granulometría del material, una vez procesado, es muy variable y sus propiedades físicas varían de acuerdo a los porcentajes de cada uno de los rangos de tamaños considerados (Fernando, 2012,p.33).

En lo referente a las propiedades químicas puede considerarse la perlita como un sustrato prácticamente inerte, con nula C.I.C. y pH ligeramente alcalino y de fácil neutralización por su buena inercia química (Fernando, 2012,p.33).

Entre las ventajas cabe destacar la estabilidad de la estructura, la capilaridad, la baja densidad y la buena relación aire/agua, si se eligen granulometrías adecuadas (Fernando, 2012,p.33).

1.12.2. Fibra de coco

La fibra de coco es un sustrato renovable y abundante. Es un subproducto de la industria del coco con un consumo mundial de 5 millones de ton/año. La fibra de coco se refiere a la parte del mesocarpio del fruto de coco. Es decir, es un remanente una vez obtenidos aceite y pulpa de coco. La fibra está constituida por una capa externa o cubierta y una interna o xilema. En la xilema posee una alta proporción de pectina, mientras en la cubierta tiene mayores concentraciones de lignina. Esencialmente son materiales compuestos por celulosa, hemicelulosa y lignina. Estas características la hacen resistente, especialmente a la tracción, además es muy elástica y de diámetro pequeño en corte transversal. Otra característica que permite usarlo por más de un ciclo de producción (hasta 3-5 años) es su resistencia a la degradación por organismo, además de ser muy liviana (Crespo et al. 2012,p.2).

Es un sustrato de buena porosidad, esto favorece el vigor de las raíces. Es capaz de retener altos niveles de humedad sin llegar a saturarse, drenando los excesos y manteniendo una adecuada relación aire-agua (Crespo et al. 2012,p.2).

1.12.2.1. Ventajas de la fibra de coco

- Materia prima 100% orgánica con un elevado poder de intercambio catiónico. Se caracteriza por su gran capacidad de retención hídrica y aireación.
- No se compacta, lo que evita problemas agronómicos y encharcamientos que puedan perjudicar a la planta.
- Tiene un drenaje y la aireación adecuados para mantener un estado óptimo de humedad y un desarrollo radicular excelente.(Technology,2008, p.5).

1.12.3. Turba

La turba es un sustrato orgánico de origen natural, nombre genérico que se aplica a diversos materiales que proceden de la descomposición de los vegetales, dependiendo de las condiciones climáticas predominantes durante su formación. (Delgado et al, 2016,p.2).

El origen de estos materiales es orgánico, más específicamente vegetal, por ende, los componentes químicos y físicos tienen dos características:

- Rubias: Su contenido orgánico es más puro, se han mantenido intactas.
- Oscuras: Tienen un contenido un poco más cargado de minerales y, por ende, no tiene mucha composición orgánica (Abarca,2021,p.6).

De acuerdo con lo anterior, en los cultivos que carecen de suelos, se hace uso en mayor medida de las claras, esto debido a su composición más natural, ya que las negras presentan índices de salinidad más altos. Por el contrario, las rubias mantienen los niveles de agua y aire. El pH tiene un rango entre 3.5 y 8.5, lo que favorece la nutrición vegetal, generalmente se usan en los cultivos de hortalizas y ornamentales (Abarca,2021,p.6).

1.13. Tratamientos pregerminativos

Uno de los principales problemas para establecer cultivos es la latencia de semillas, que en condiciones naturales asegura la supervivencia de las especies en situaciones desfavorables clasifican a la dormancia en: fisiológica, regulada por la temperatura; morfológica, se presenta por el subdesarrollo del embrión; morfofisiológica, cuando existe efecto de los dos tipos de dormancia anteriormente citadas; física, presente cuando existen capas impermeables al agua; y combinada, cuando una semilla presenta todos los tipos de latencia citados (Abril-Saltos et al. 2017,p.704).

El uso de tratamientos para romper la latencia tegumentaria provoca que las semillas presenten buena respuesta al tiempo y un porcentaje de germinación remojándolas durante veinticuatro horas a temperatura ambiente, lo cual podría deberse a una imbibición más rápida que la que se obtendría en el semillero humedecido.(Abril-Saltos et al. 2017,p.704).

Los tratamientos que se aplican previamente a la germinación, son imprescindibles para ayudar a surgir las plántulas, el mismo además es un complemento para evitar que se pierdan las semillas

por causa de los impedimentos en la germinación (Donoso, 1993; Arnold,1996). Los métodos pregerminativos más comunes son los siguientes:

1.13.1. *Tratamiento con agua fría*

Con esta técnica se busca además de ablandar tegumentos duros, eliminar sustancias inhibitoras de la germinación que están en las cubiertas de las semillas. Las semillas son sumergidas en agua a 5 °C (fría) durante 12-24-48 horas, dependiendo de la especie, durante una o dos semanas. Para evitar que las sustancias disueltas en el agua puedan volver a penetrar en la semilla y dañar el embrión, se debe utilizar agua circulante. Se colocan las semillas dentro de una bolsa de yute, arpillera o algodón cerrada. A su vez, se ubica la bolsa en un arroyo o tanque australiano cerca del chorro de descarga del agua, para asegurarse que el agua circule. Si no se dispone de un lugar con agua en circulación puede utilizarse un recipiente al que se le cambia el agua diariamente. Transcurrido este tiempo, se retira la bolsa con las semillas y se las orea a la sombra. El suelo donde se realice la siembra debe estar húmedo porque las semillas inician los procesos de germinación durante el tratamiento (ALDANA, 2001,p.14).

1.13.2. *Tratamiento con agua caliente*

En algunos casos las semillas son sumergidas en agua con un grado de temperatura cercano al punto de ebullición, con la finalidad de acelerar y facilitar la germinación. Debemos tener en cuenta que al agregar las semillas la temperatura del agua desciende, por lo que es necesario renovar parcialmente el agua para mantener la temperatura cercana a los 100 °C (Ministerio de Agroindustria Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2018,p.166).

De cualquier manera, hay que ser muy cuidadoso, ya que un exceso podría matar al embrión. Para evitar que las semillas se peguen unas con otras (a veces las mismas semillas tienen sustancias que provocan la adhesión entre ellas) hay que revolver con un palo. La acacia blanca, algarrobo, churqui, espino de corona, cina, guayacán, entre otras pueden sumergirse en agua caliente hasta que se enfríe o solamente 1 a 2 minutos en agua a 90-95 °C. A 50-55 °C pueden mantenerse entre 10 y 60 minutos.(Ministerio de Agroindustria Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2018,p.166).

La semilla de aliso es consumida por aves y hormigas, en Ecuador se han detectado ataques de los defoliadores *Lophocampa* sp y *Macroductylus* spp; también es susceptible al ataque de los coleópteros *Trachyderes hilaris* y *T. Succintus*, que se alimentan de corteza y flores de aliso (ALDANA, 2001,p.14).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Materiales y métodos

2.1.1. *Características del lugar*

2.1.1.1. *Localización*

La presente investigación tiene lugar en el vivero forestal de la facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH que se encuentra en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo en el Km. 1.5 Panamericana Sur.

2.1.1.2. *Ubicación Geográfica*

Lugar: Riobamba, Chimborazo

Latitud: -1.650000

Longitud: -78.650000

2.1.1.3. *Características climatológicas*

Temperatura media anual: 13.8°C

Precipitación media anual: 517.8 mm

Humedad Relativa: 48.80% (INAMHI, 2021)

2.2. Materiales

Durante la investigación se utilizaron los siguientes materiales:

2.2.1. *Sustratos*

- Turba, perlita, fibra de coco.

2.2.2. *Material genético*

Semilla de aliso (*Alnus acuminata*)

2.2.3. *Materiales de oficina*

➤ Computadora, impresora, hojas, libreta, lápiz, borrador, regla.

2.2.4. *Materiales de campo*

➤ Pala, zaranda, carretilla, azadón, fundas, regadera, termómetro, vitavax.

2.3. **Metodología**

2.3.1. *Diseño experimental*

2.3.1.1. *Tipo de diseño experimental*

La investigación consiste en 7 tratamientos con 3 repeticiones. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo bifactorial.

$$SST = SSA + SSB + SSAB + SSE$$

Tratamiento = factor A + factor B + interacción AB

Tabla 1-2: Fuente de variación

Fuentes de variación	Formula	Grados de libertad
BLOQUES	b-1	2
TRATAMIENTOS	t-1	6
BxT	(b-1)(t-1)	12
ERROR	n-1(bt)	190
TOTAL	nbtps-1	210

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

2.3.2. *Unidad experimental*

Las unidades que serán sometidas al proceso experimental fueron de 10 semillas, teniendo en cuenta la cantidad de repeticiones, se habla un total de 70 semillas por repetición. En total la investigación requerirá de 210 semillas.

Se analizaron los datos con una prueba de significancia al 0.05% la cual ayudara a determinar si existe diferencia estadística entre cada tratamiento. También se determinará rangos con la prueba de Tukey para determinar grupos con significancia estadística.

2.3.3. *Características donde se llevó a cabo la investigación*

La investigación se realizó en el umbráculo del vivero de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo de la, Facultad de Recursos Naturales, ubicada en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

La fase de campo inicio el 25 de junio del 2021 y culminó el 23 de agosto del 2021 se empleó información registrada como la supervivencia y mortalidad de las plántulas, así como las características del desarrollo vegetativo de cada plántula en los diferentes tratamientos.

2.3.4. *Reconocimiento y adecuación del sitio del ensayo*

El reconocimiento al umbráculo se dio el día 23 de junio del 2021, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el umbráculo de la Facultad de recursos Naturales con el propósito de que sea asignada la cama para posteriormente realizar la limpieza y desinfección

2.3.4.1. *Fase de limpieza*

Lo primero que se realizó es la limpieza y desinfección de la cama que fue asignada en el vivero de la ESPOCH de la facultad de Recursos Naturales, primero se retiró la tierra que existía en la cama del umbráculo y luego se procedió a la desinfección la cual fue realizada de la siguiente manera se mezcló agua con vitavax para posteriormente ser fumigada la cama con la intención de prevenir ataques de plagas que puedan estar en la cama del umbráculo y afecten la germinación como el crecimiento de las plántulas.

2.3.5. *Identificación de árbol semillero*

Para la identificación del árbol se siguió los siguientes parámetros: fuste recto, DAP de 60 cm, altura de 10 m, sin enfermedades.

2.3.6. *Recolección de semillas*

La recolección de la semilla de aliso (*Alnus acuminata*) se lo realizó el día 2 de Julio del 2021 en el cantón Colta, coordenadas de: latitud -1.7389 y longitud -78.7549.

2.3.7. *Tratamientos pregerminativo*

Los tratamientos pregerminativos utilizados son dos en agua fría y en agua caliente como se especifica a continuación.

Para la inmersión existieron 180 semillas. Luego de aplicar las inmersiones las semillas de aliso (*Alnus acuminata*), se procedió a desinfectarlas con Vitavax 5 gramos por litro y sembrarlas de forma inmediata.

2.3.7.1. *Métodos pregerminativos usados*

Tabla 2-2: Métodos pregerminativos utilizados en la semilla de aliso (*Alnus acuminata*) en la investigación.

Código	Detalles
A	Para el testigo las semillas de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) no se sometió a ningún tratamiento pregerminativo
A1	Para este tratamiento pregerminativo las semillas de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) son remojar en agua fría por 24 horas.
A2	Las semillas son sumergidas en agua caliente la cual se encuentra a temperatura de ebullición a 85 grados °C por un minuto y luego de haber pasado el minuto son retiradas del agua caliente para posteriormente ser sumergidas en agua fría a 5 grados °C por 12 horas.

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

2.4. **Fase de campo**

2.4.1. *Preparación de los Sustratos*

Los sustratos que se emplearon para esta investigación fueron elegidos para crear condiciones adecuadas para la germinación y el desarrollo vegetativo del aliso (*Alnus acuminata*).

Con ayuda de una zaranda y una pala se procedió a tamizar la turba y posteriormente a mezclar homogéneamente cada uno de los sustratos que se va a utilizar en cada tratamiento.

Tabla 3-2: Porcentaje de la preparación de sustratos utilizados.

Código	Sustratos	Proporción %
B	Turba	100
B1	Turba y perlita	75:25
B2	Turba y fibra de coco	75:25
B3	Turba, perlita y fibra de coco	50:25:25

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

2.4.2. Desinfección del sustrato

Para eliminar enfermedades, patógenos y plagas de los sustratos, se desinfectó el sustrato con vitavax, en la proporción de 20mL de vitavax en 6 litros de agua, fumigando en cada sustrato homogéneamente.

2.4.3. Distribución de Sustratos para cada Tratamiento

Tabla 4-2: Preparación de los 7 tratamientos utilizados en la investigación.

Tratamientos	Código	Detalles
T1	A1B1	Se usaron semillas remojadas en agua fría por 24 horas más el 75 % de Turba y 25% de perlita como sustrato.
T2	A2B1	Se utilizaron semillas remojadas en agua caliente a temperatura de ebullición 85°C por un minuto y remojadas en agua fría a 5°C por 12 horas más el 75% de Turba y 25% de perlita como sustrato.
T3	A1,B2	Se utilizaron semillas remojadas en agua fría por 24 horas más el 75 % de Turba y 25% de fibra de coco como sustrato.
T4	A2,B2	Se utilizaron semillas remojadas en agua caliente a temperatura de ebullición 85°C por 1 minuto y remojar en agua fría a 5°C por 12 horas más el 75% de Turba y 25% de fibra de coco como sustrato.
T5	A1,B3	Se utilizaron semillas remojadas en agua fría a 5°C por 24 horas más turba 50%, perlita 25% y fibra de coco 25% como sustrato.
T6	A2,B3	Se utilizaron semillas remojadas en agua caliente a temperatura de ebullición 85°C por 1 minuto y remojar en agua fría a 5°C por 12 horas más turba 50%, perlita 25% y fibra de coco 25% como sustrato.
T7	AB	El testigo se usó las semillas sin ningún tratamiento pregerminativo y se usó solo la turba como sustrato.

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

2.4.4. Llenado de fundas

Cada sustrato fue llenado en fundas semilleros de 10 x 15 cm, luego se procedió a trasladar las fundas con sustrato a la cama del umbráculo que fue asignada, para que el sustrato tenga las condiciones adecuadas para la siembra del aliso cada sustrato fue regado con agua correctamente. El llenado correcto de fundas es en un 80% dejando espacio para las semillas a la hora de la siembra directa.

2.4.5. Siembra

La siembra se dio el 25 de junio del 2021, se procedió a realizar una siembra directa en cada funda con su respectivo sustrato en el umbráculo, la investigación se dio en la cama que fue asignada. Es recomendable recubrir la cama con una malla para mantener un ambiente adecuado para la germinación

2.5. Cuidados bajo el umbráculo

2.5.1. Riego

Se realizó riegos constantes dos días por semana en las horas de la mañana los días martes y viernes con la finalidad de mantener la humedad de los sustratos.

2.5.2. Control de maleza

El control de maleza se mantuvo cada 20 días al momento de regar el agua el deshierbe se lo realizó de manera manual para eliminar hierbas no deseados.

2.6. Toma de datos de germinación de las semillas y crecimiento inicial de las plántulas

2.6.1. Germinación de las semillas

Los datos para la germinación de aliso (*Alnus acuminata*) fueron tomados a los 20, 40 y 60 días después de la siembra, las primeras semillas de aliso comenzaron a emerger el 14 de julio del 2021. Para la toma de datos de la germinación de aliso (*Alnus acuminata*) lo que se realizó fue un conteo de semillas germinadas.

El porcentaje de germinación fue calculada con la siguiente formula:

Porcentaje de germinación = (Semillas emergidas / Semillas totales sembradas) x 100 %

2.6.2. Determinación de la Altura de plántula de Aliso

Para la determinación de la altura de las plántulas de aliso (*Alnus acuminata*) se tomaron datos a los 60 días a partir de la siembra que se efectuó el día 25 de junio del 2021, la medición en altura de las plántulas se lo calculó utilizando una regla y los datos son obtenidos en centímetros.

Para la toma de altura de la plántula de aliso (*Alnus acuminata*) las medidas se las tomaron desde la base hasta la altura de la última hoja de cada plántula.

2.6.3. Determinación del Diámetro del cuello

Para determinar el diámetro de las plántulas de aliso (*Alnus acuminata*) se logró mediante un calibrador digital graduado en milímetros, la medida se lo realizó en la base de la planta a los 60 días después de la siembra del aliso.

2.6.4. Presencia de hojas verdaderas

Para determinar la presencia de hojas verdaderas en las plántulas de aliso (*Alnus acuminata*) se lo efectuó mediante el conteo de hojas verdaderas a los 60 días después de la siembra del aliso.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la investigación se utilizó procesos pregerminativos en la semilla y diferentes sustratos como turba, fibra de coco y perlita, en el proceso de germinación y emergencia de la semilla de aliso; se obtuvieron los siguientes resultados que se detallan a continuación:

3.1. Objetivo 1

3.1.1. Porcentaje de germinación

Al transcurrir 20, 40 y 60 días después de la siembra que se efectuó el 25 de junio del 2021 se procedió a realizar el conteo de semillas germinadas y no germinadas.

3.1.1.1. Porcentaje de germinación

El resultado obtenido en la investigación a los 20 días de la siembra se obtuvo los siguientes datos.

Tabla 1-3: Germinación de semillas

20 Días		
	Semilla plantadas	Semillas Germinadas
<i>T1</i>	30	5
<i>T2</i>	30	7
<i>T3</i>	30	14
<i>T4</i>	30	14
<i>T5</i>	30	7
<i>T6</i>	30	6
<i>T7</i>	30	4

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Tabla 2-3: Análisis de varianza del porcentaje de germinación de semillas de aliso (*Alnus acuminata*) a los 20 días.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% GERMINACIÓN	21	0,67	0,25	34,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3514,29	8	439,29	3,08	0,0392
Intersección	15471,43	1	15471,43	108,30	0,0001
TRATAMIENTOS	3428,57	6	571,43	4,00	0,0197
BLOQUES	85,71	2	42,86	0,30	0,7462
Error	1714,29	12	142,86		
Total	5228,57	20			

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Dentro del análisis de varianza donde se evaluó el porcentaje de germinación a los 20 días se puede observar diferencias significativas para la variable de tratamientos con un valor de p calculado de 0,0197 por lo que se procede a evaluar con la prueba de Tukey al 0.05% para determinar el mejor tratamiento; mientras que para la variable de Bloques el valor de p calculado es 0.7462 indica que no existen diferencias estadísticas dentro de esta variable.

Tabla 3-3: Prueba de tukey

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=31,61293

Error: 128,5714 gl: 14

TRATAMIENTOS	Medias (%)	n	E.E.	
3 Agua fría (75 % de Turba y 25% de fibra de coco como sustrato.)	46,67	3	6,55	A
4 Agua caliente (75% de Turba y 25% de fibra de coco como sustrato.)	46,67	3	6,55	A
2 Agua caliente (75% de Turba y 25% de perlita como sustrato.)	23,33	3	6,55	B
5 Agua fría (turba 50%, perlita 25% y fibra de coco 25% como sustrato.)	23,33	3	6,55	B
6 Agua caliente (turba 50%, perlita 25% y fibra de coco 25%.)	20,0	3	6,55	B
1 Agua fría (75 % de Turba y 25% de perlita como sustrato.)	16,6	3	6,55	B
7 Ningún tratamiento (turba 100% como sustrato.)	13,3	3	6,55	C

C

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

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

De acuerdo a la Tabla 3-3, se presentan los valores promedios del porcentaje de germinación a los 20 días después de la siembra, en la cual se aplicó la prueba de Tukey al 0,05% donde se desprenden tres grupos diferentes. En el primero encontramos al tratamiento 3 (Agua fría 75 % de Turba y 25% de fibra de coco como sustrato) y al tratamiento 4 (Agua caliente (75% de Turba y 25% de fibra de coco como sustrato) con una media de 46,67%, los mismo que tienen la media más alta en el porcentaje de germinación, el segundo grupo conformado por los tratamientos 2, 5,

6; mientras que rezagado el tratamiento 7 (testigo) con la media más baja dentro del porcentaje de germinación a los 20 días.

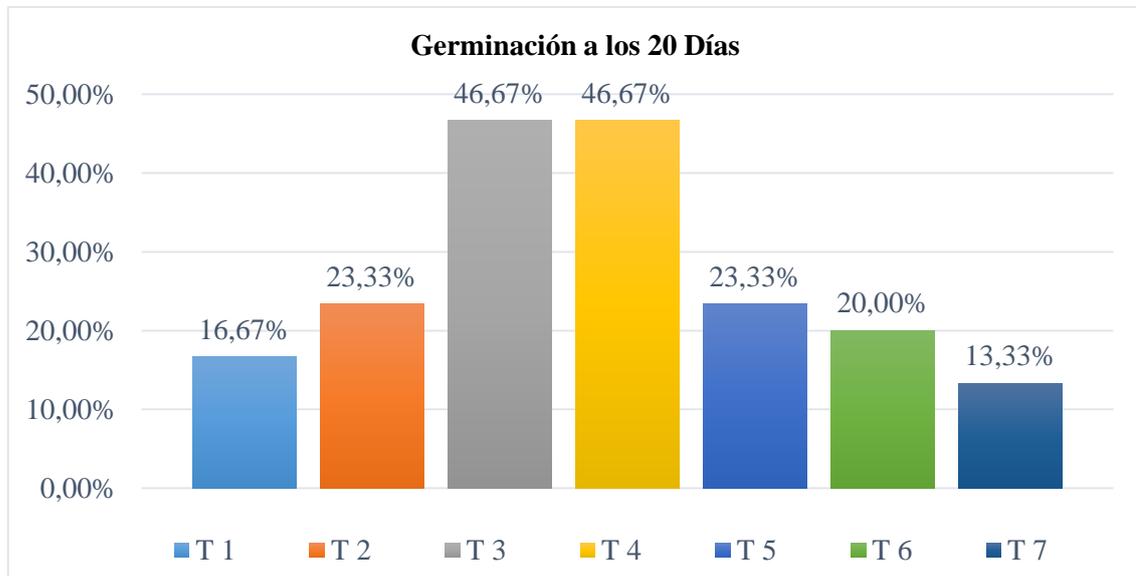


Gráfico 1-3. Porcentaje de medias de germinación de semillas de aliso (*Alnus acuminata*) a los 20 días.

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

3.1.1.2. Germinación a los 40 días

El resultado obtenido en la investigación a los 40 días de la siembra se obtuvo los siguientes datos.

Tabla 4-3: Semillas germinadas a los 40 días

40 Días		
	Semilla plantadas	Semillas Germinadas
T1	30	14
T2	30	14
T3	30	21
T4	30	18
T5	30	12
T6	30	10
T7	30	13

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Tabla 5-3: Análisis de varianza de germinación de semillas de aliso (*Alnus acuminata*) a los 40 días.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GERMINACIÓN	21	0,49	0,28	29,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2790,48	6	465,08	2,27	0,0967
Intersección	49542,86	1	49542,86	241,95	0,0001
TRATAMIENTOS	2790,48	6	465,08	2,27	0,0967
BLOQUES	85,71	2	42,86	0,30	0,6462
Error	2866,67	14	204,76		
Total	5657,14	20			

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Del análisis de varianza para la variable de tratamientos el valor de p calculado es 0,0967 lo que denota que no existe diferencias significativas es decir se demuestra homogeneidad en sus medias entre los tratamientos; mientras que para la variable de bloques el valor de p calculado es 0,6462 indica que no existen diferencias estadísticas dentro de esta variable.

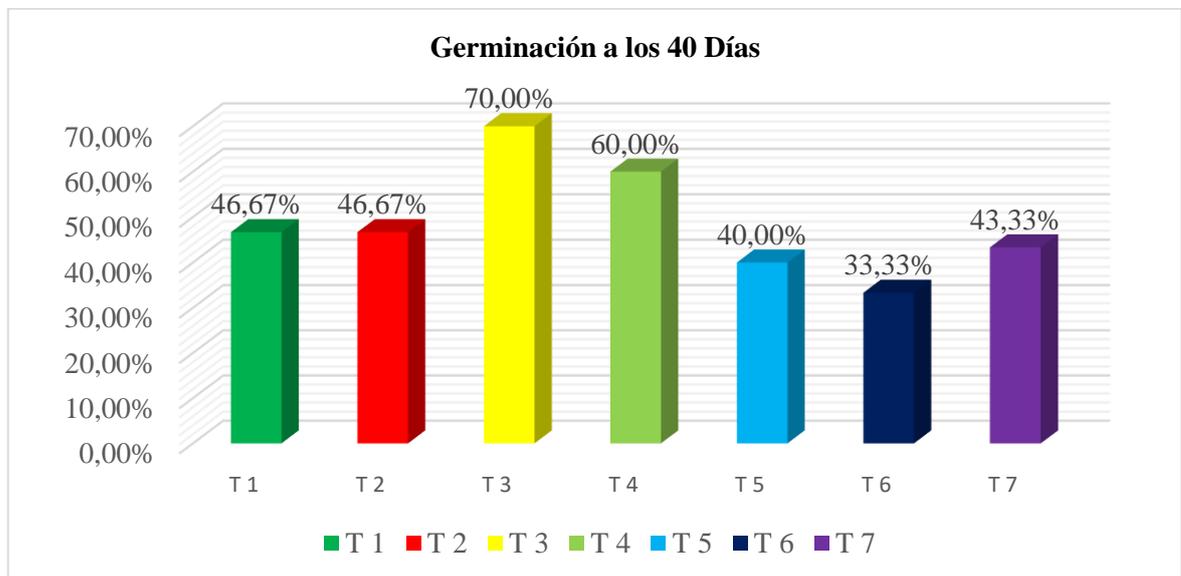


Gráfico 2-3. Porcentaje de germinación de semillas de aliso (*Alnus acuminata*) a los 40 días.

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

3.1.1.3. Germinación a los 60 días

El resultado obtenido en la investigación a los 60 días de haber sembrado se obtuvo los siguientes datos.

Tabla 6-3: Semillas germinadas

60 Días		
	Semilla plantadas	Semillas Germinadas
T1	30	14
T2	30	14
T3	30	21
T4	30	18
T5	30	12
T6	30	11
T7	30	13

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Tabla 7-3: Análisis de varianza de germinación de semillas de aliso (*Alnus acuminata*) a los 60 días.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GERMINACIÓN	21	0,49	0,28	29,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2790,48	6	465,08	2,27	0,0967
Intersección	49542,86	1	49542,86	241,95	0,0001
TRATAMIENTOS	2790,48	6	465,08	2,27	0,0967
BLOQUES	85,71	2	42,86	0,30	0,6462
Error	2866,67	14	204,76		
Total	5657,14	20			

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Una vez evaluado el porcentaje de germinación a los 60 días después de la siembra se pudo determinar que no existió una variación en cuanto a nuevas plantas germinadas a las evaluadas a los 40 días como se puede observar en el análisis de varianza y de igual manera obteniendo valores no significativos.

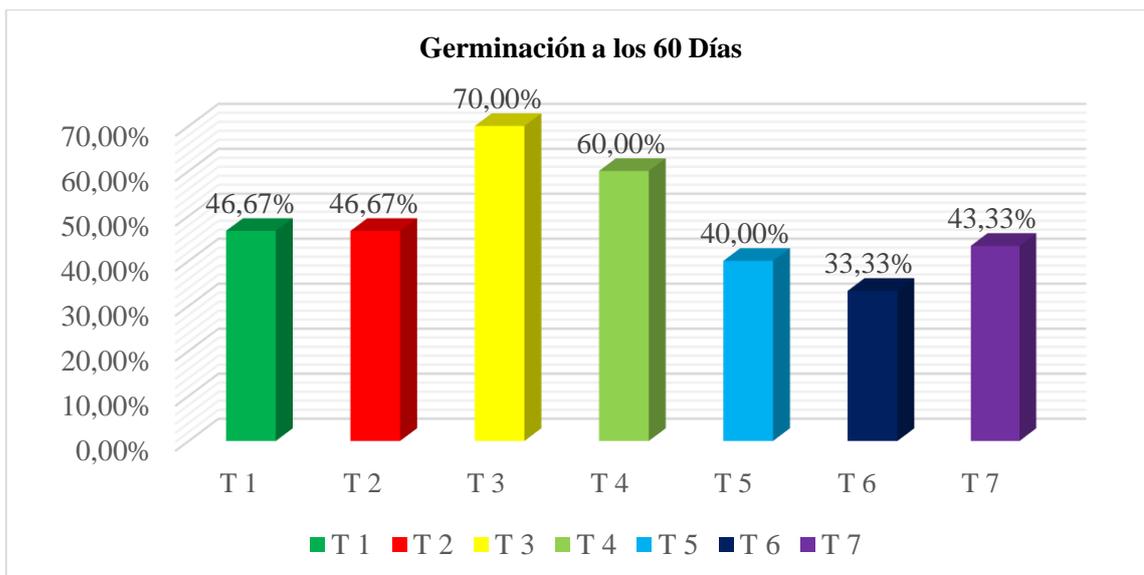


Gráfico 3-3. Porcentaje de germinación de semillas de aliso (*Alnus acuminata*) a los 60 días.
Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

3.1.2. Para el cumplimiento del segundo objetivo se obtuvo los resultados siguientes

Para el cumplimiento del segundo objetivo se realizó la medición tanto en diámetro a la altura del cuello de la plántula, altura en milímetros y presencia de hojas verdaderas a los 60 días de la siembra del aliso (*Alnus acuminata*).

3.1.2.1. Datos obtenidos de la Altura de las plántulas de Aliso (*Alnus acuminata*) a los 60 días.

Tabla 8-3: Datos obtenidos en altura a los 60 días.

		Altura a los 60 días (cm)						
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
BLOQUE 1	1	1,5	0	1,5	2	0	0	0
	2	0	0	2,5	1	1	0	0,5
	3	0	0	0	0	1,3	1	1
	4	1,5	0	1	2	0,4	0	1,5
	5	0	0	0	0	1,5	1	0
	6	1	0	0	1,5	0	0	1,5
	7	0	2,3	1	4	0	1	0
	8	0	0	1,5	0	0	0	0,4
	9	0	2	1,5	0	0	0	0
	10	0	0	2,5	0,5	0	0	0
BLOQUE 2	11	0	0	0	0	0	0	0
	12	1,5	0	2,5	2	1,5	0,5	0

	13	0	1,4	0,5	1	1	0	0
	14	2	1,8		1	0,4	0	1
	15	1	1	0,5	3		2,3	0,5
	16	1	2	1,4	2,2	0,5	1	1
	17	1	2	2,4	0	0	0	0
	18	2	0	0	1	0	1,2	0,4
	19	1,5	2	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0
BLOQUE 3	21	0	2	2,5	1	0	0	0
	22	0	0	0,5	1	1,2	0,5	0
	23	0	0	2	0,5	1,5	0	0
	24	0	3	1,5	0	1,5	0,5	1,5
	25	2	2,5	1,5	2	0	1,5	0,5
	26	1	0	3,5	1	0	2	1
	27	0	2	0,5	0	0,2	0	1
	28	1,5	2	1	0	0	0	0
	29	1,5	1,5	1	1	0	0	0
		30	0	0	0	0	0	0

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Tabla 9-3: Análisis de varianza en altura de plántulas de aliso (*Alnus acuminata*) a los 60 días.

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
ALTURA CM	111	0,15	0,10	25,30

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo corregido	,001 ^a	8	0,00	2,613	0,12
Intersección	,017	1	0,17	381,596	0,00
BLOQUES	9.653	2	4,827	1,103	0,336
TRATAMIENTOS	8,18	6	1,36	3,11	0,0077
Error	45,61	102	0,44		
Total	53,79	110			

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Del análisis de varianza para los tratamientos se demostró que existe diferencias altamente significativas ya que se obtuvo un valor de p calculado de 0,0077 en lo cual rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa por lo cual se procedió a realizar la separación

de medias en base a la prueba de Tukey con el fin de determinar cuál de los tratamientos tubo mayor influencia en el crecimiento de la plántula; ; mientras que para la variable de Bloques el valor de p calculado es 0.336 indica que no existen diferencias estadísticas dentro de esta variable.

Tabla 10-3: Prueba de tukey en altura

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,73234

Error: 0,4385 gl: 104

TRATAMIENTOS	Medias(cm)	n	E.E.	
2 Agua caliente (75% de Turba y 25% de perlita como sustrato.)	1,72	16	0,17	A
4 Agua caliente (75% de Turba y 25% de fibra de coco como sustrato.)	1,64	16	0,17	B
3 Agua fría (75 % de Turba y 25% de fibra de coco como sustrato.)	1,26	26	0,13	B
1 Agua fría (75 % de Turba y 25% de perlita como sustrato.)	1,21	17	0,16	B
6 Agua caliente (turba 50%, perlita 25% y fibra de coco 25%.)	1,14	11	0,20	B
5 Agua fría (turba 50%, perlita 25% y fibra de coco 25% como sustrato.)	1,00	12	0,19	B
7 Ningún tratamiento (turba 100% como sustrato.)	0,91	13	0,18	C

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

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Dentro del análisis de la separación de medias (Prueba de Tukey al 0,05) se pudo observar tres rangos donde el tratamiento 2 es el que tiene el mayor crecimiento con 1,72 cm dentro del rango A, en cuanto a los demás tratamientos a excepción del testigo muestran homogeneidad entre sus medias los cuales conforman el rango B, y con un crecimiento lento el tratamiento 7 o testigo con 0,91 cm de media demostró que este es uno de los que tiene menor influencia entre el sustrato y su crecimiento en altura.

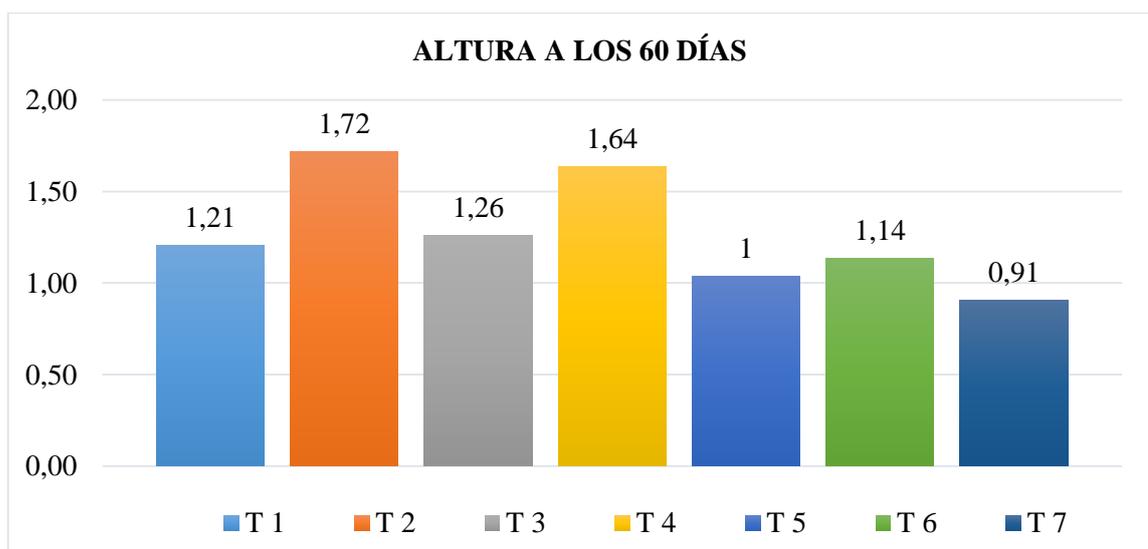


Gráfico 4-3. Altura de las plántulas de aliso (*Alnus acuminata*) a los 60 días.

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

3.1.2.2. *Análisis de los datos obtenidos del Diámetro a la Altura del Cuello (DAC) de las plántulas de Aliso (Alnus acuminata) a los 60 días.*

El resultado obtenido en la investigación a los 60 días después de la siembra se obtuvo los siguientes datos.

Tabla 11-3: Datos obtenidos del (DAC) a los 60 días.

		Diámetro (mm)						
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
BLOQUE 1	1	3	0	3	3	0	0	0
	2	0	0	4	3	2	0	2
	3	0	0	0	0	3	2	3
	4	3	0	4	4	2	0	3
	5	0	0	0	0	4	2	0
	6	4	0	0	3	0	0	3
	7	0	6	3	3	0	2	0
	8	0	0	5	0	0	0	2
	9	0	4	4	0	0	0	0
	10	0	0	4	4	0	0	0
BLOQUE 2	11	0	0	5	0	0	0	0
	12	4	0	3	4	2	3	0
	13	0	4	6	4	3	0	0
	14	2	3	0	4	2	0	2
	15	5	5	5	3	0	3	2
	16	6	2	4	4	2	2	3
	17	5	5	5	0	0	0	0
	18	6	0	0	4	0	2	3
	19	4	6	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0
BLOQUE 3	21	0	5	6	2	0	0	0
	22	0	0	4	3	2	2	0
	23	0	0	4	2	2	0	0
	24	0	4	3	0	2	2	2
	25	2	3	4	3	0	3	2
	26	2	0	2	3	0	2	2
	27	0	3	4	0	2	0	3
	28	5	4	6	0	0	0	0
	29	3	4	6	4	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0	0

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Tabla 12-3: Análisis de varianza en diámetro a la altura del cuello (DAC) (*Alnus acuminata*) a los 60 días.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DAC (mm)	111	0,26	0,22	30,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo corregido	40.838a	8	5,105	4,736	0,000
Intersección	871.648	1	871,648	808,723	0,000
Modelo	39,24	6	6,54	6,10	<0,0001
TRATAMIENTOS	39,24	6	6,54	6,10	<0,0001
Bloques	1,594	2	0,797	0,740	0,480
Error	111,53	102	1,07		
Total	150,77	110			

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Del análisis de varianza para la variable diámetro a la altura del cuello se desprende que para los tratamientos obtenemos un valor altamente significativo de <0,0001. Por lo que se aplicó la prueba de rango múltiple Tukey para determinar el mejor tratamiento que influye en el DAC de las plántulas de aliso. Mientras que para la variable de Bloques el valor de p calculado es 0.480 indica que no existen diferencias estadísticas dentro de esta variable.

Tabla 13-3: Prueba de Tukey en diámetro

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,14523

Error: 1,0724 gl: 104

TRATAMIENTOS	Medias(mm)	n	E.E.	
2 Agua caliente (75% de Turba y 25% de perlita como sustrato.)	3,63	16	0,26	A
3 Agua fría (75 % de Turba y 25% de fibra de coco como sustrato.)	3,62	26	0,20	A
4 Agua caliente (75% de Turba y 25% de fibra de coco como sustrato.)	3,25	16	0,26	B
1 Agua fría (75 % de Turba y 25% de perlita como sustrato.)	3,18	17	0,25	B
6 Agua caliente (turba 50%, perlita 25% y fibra de coco 25%.)	2,27	11	0,31	C
7 Ningún tratamiento (turba 100% como sustrato.)	2,23	13	0,29	C
5 Agua fría (turba 50%, perlita 25% y fibra de coco 25% como sustrato.)	2,17	12	0,30	C

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

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

En la prueba de rangos múltiples de Tukey se encontró 3 grupos a los 60 días como se puede observar en la tabla 3- 12 donde sobresalen los tratamientos 2 (Agua caliente, 75% de Turba y 25% de perlita como sustrato) y el tratamiento 3 (Agua fría, 75 % de Turba y 25% de fibra de coco como sustrato.) con un promedio 3,63 mm y 3,62mm respectivamente demostrando que estos sustratos influyen a un mayor incremento en diámetro a la altura del cuello. A diferencia de los demás tratamientos que denotan una media inferior como se puede observar en la separación de medias.

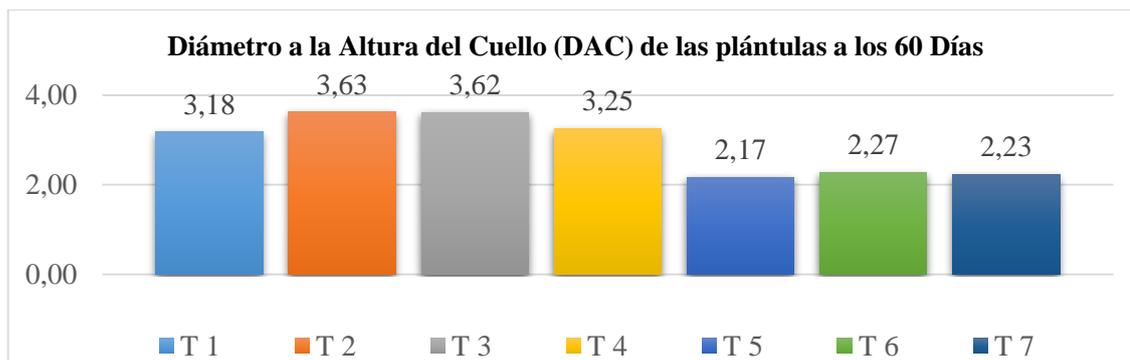


Gráfico 5-3. Diámetro a la Altura del Cuello (DAC) de las plántulas de Aliso (*Alnus acuminata*) a los 60 días.

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

3.1.2.3. Número de hojas verdaderas

El resultado obtenido en la investigación a los 60 días después de la siembra se obtuvo los siguientes datos.

Tabla 14-3: Número de hojas verdaderas en plántulas de aliso a los 60 días.

		Número de hojas verdaderas						
		T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7
BLOQUE 1	1	1	0	1	2	0	0	0
	2	0	0	1	2	1	0	1
	3	0	0	0	0	1	**	**
	4	1	0	1	2	**	0	1
	5	0	0	0	0	**	1	0
	6	1	0	0	1	0	0	1
	7	0	1	1	1	0	**	0
	8	0	0	1	0	0	0	**
	9	0	1	1	0	0	0	0
	10	0	0	**	**	0	0	0
BLOQUE 2	11	0	0	0	0	0	0	0
	12	**	0	2	2	1	1	0
	13	0	1	2	**	1	0	0
	14	1	1	0	1	**	0	1
	15	2	**	1	**	0	1	**
	16	**	1	**	1	1	**	2
	17	2	2	2	0	0	0	0
	18	1	0	0	**	0	**	**
	19	1	**	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0
BLOQUE 3	21	0	2	1	1	0	0	0
	22	0	0	1	**	2	2	0
	23	0	0	1	2	**	0	0
	24	0	1	**	0	**	**	**
	25	2	**	**	1	0	1	**
	26	1	0	**	2	0	1	1
	27	0	2	**	0	**	0	1
	28	1	2	1	0	0	0	0
	29	1	2	1	1	0	0	0
	30	0	0	0	0	0	0	0

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Tabla 15-3: Análisis de varianza en número de hojas verdaderas en plántulas de aliso (*Alnus acuminata*) a los 60 días.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE HOJAS	207	0,06	0,03	27,98

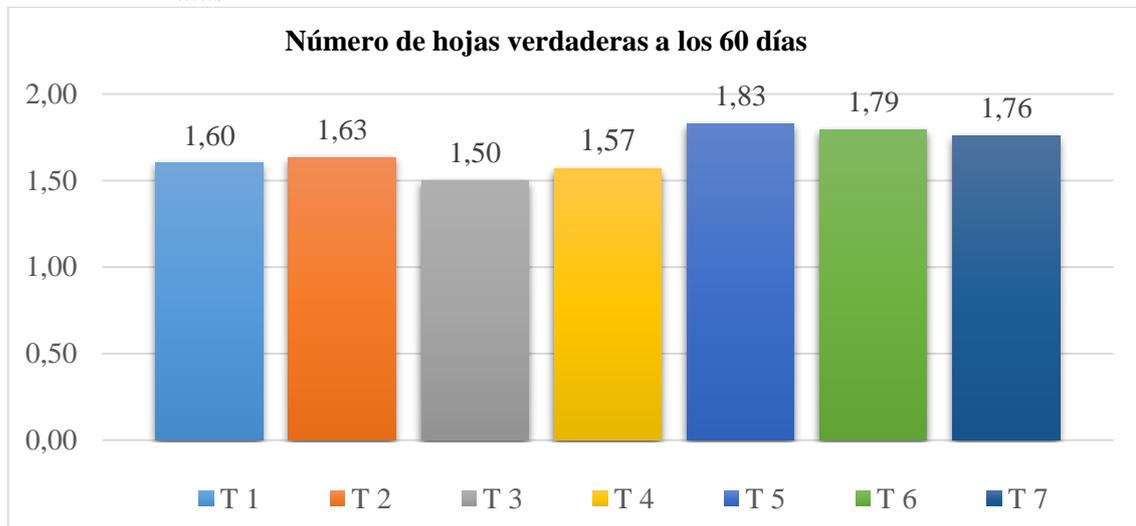
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo corregido	5,09	20	0,25	1,26	0,3001
Intersección	574,95	1	574,95	2613,97	0,001
Modelo	2,93	8	0,37	1,68	0,1043
TRATAMIENTO	2,78	6	0,46	2,13	0,0519
BLOQUE	0,17	2	0,08	0,39	0,6773
Error	43,07	198	0,22		
Total	46,00	206			

Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

Del análisis de varianza para la fuente bloques y tratamientos nos dio como resultado un valor de p calculado =0.0519 para los tratamientos lo que denota que no existe diferencias significativas es decir se demuestra homogeneidad en sus medias entre los tratamientos en cuanto a la presencia de hojas verdaderas. Lo que indica que no existe influencias entre los tratamientos razón por la cual no se aplicó una prueba Tukey.

Gráfico 6-3: Número de hojas verdaderas de las plántulas de Aliso (*Alnus acuminata*) a los 60 días



Realizado por: Cauja, Edwin, 2022.

3.1.3. *Discusión*

Germinación

Los datos obtenidos del ensayo con los tratamientos pregerminativos en la semilla de Aliso (*Alnus acuminata*) se logró obtener un porcentaje de germinación de 46.66% a los 20 días en el tratamiento 3 y 4 mientras que a los 40 días el mejor tratamiento se encuentre en el T3= 70% y T4=60% de germinación, determinando que los tratamientos pregerminativos y un buen sustrato como la fibra de coco influyen en la pronta germinación de semillas. A los 60 días no se encontró más semillas germinadas dando como resultado que no existe diferencias en los 40 y 60 días de germinación.

Según Zabala (2020) indica que el aliso (*Alnus acuminata*) no llegó a germinar, resultado que podría estar ligado al tipo de sustrato utilizado como es la tierra del sitio .La fibra de coco ayuda a la germinación siendo que posee una buena porosidad, esto favorece el vigor de las raíces. Es capaz de retener altos niveles de humedad sin llegar a saturarse, drenando los excesos y manteniendo una adecuada relación aire-agua (Crespo, Montoya y Villa 2012,p.2).

CATIE (1997) Menciona que la especie de Aliso (*Alnus Acuminata*) sin tratamientos pregerminativos presenta un porcentaje inicial de 30% a 55% prolongándose hasta los 40 días, estos datos son variables de acuerdo con las procedencias, una buena proporción de arena, para favorecer el drenaje y también materia orgánica bien descompuesta.

Ospina et al. (2020,p.36) menciona que no se acostumbra a utilizar tratamientos pregerminativos recalcando que la germinación inicia a partir de los 12 días de la siembra, también puede iniciarse un mes después de la siembra y hasta 40 días más, alcanzando entre un 30% al 70% de germinación.

Desarrollo vegetativo

Coyago (2016) Manifiesta que para la especie de (Aliso), registró a los 120 días el mayor valor en diámetro en el tratamiento 5 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio), con una media de 3,52 mm.

Mientras CUASAPUD,(2012) en su investigación registró para la especie de aliso un valor promedio a los 50 días en cuanto a diámetro basal es de 2,8 mm en el Tratamiento 3 empleando un sustrato compuesto por 16,66 % de tierra de sitio; 33,33% de tierra negra y 50% de pomina.

Valor inferior en comparación al registro obtenido hasta los 60 días después de la siembra de aliso (*Alnus acuminata*) en el cual se obtuvo una media de 3.61mm, en el tratamiento 2 donde el sustrato es (turba con 75% y perlita con 25%), en el cual podemos inferir que la turba y la perlita aportan con nutrientes para un mejor crecimiento vegetativo en la plántula de aliso.

En la presente investigación, hasta los 60 días se alcanzó una altura total promedio de 1.71 centímetros en el mejor tratamiento, 2 que consta de 75% de turba y 25% de perlita y el tratamiento pregerminativo es de remojar la semilla en agua a temperatura de ebullición y luego remojar en agua fría durante 12 horas.

Según Vázquez et al.,(1999) hasta los seis meses se alcanzó una altura total promedio de 110.52cm, con un incremento durante el período de evaluación de 82.61cm, a los 8 meses de 60cm (134 cm de altura total) hasta los 12 meses de 42.43cm (112.21 cm de altura total); e inferior al obtenido por (Villota,1999) hasta los 12 meses de 85.97cm (117.05cm de altura total).

CONCLUSIONES

- Como resultado obtenido en la presente investigación para el porcentaje de germinación se obtuvo que los mejores tratamientos a los 20, 40 y 60 días se encuentran en los tratamientos 3 y 4, a los 20 días el T3 y el T4 obtuvieron un porcentaje de germinación de 46.66%, a los 40 y 60 días el T3 obtuvo 70% y el T4 un 60% de germinación.
- El mejor tratamiento para el desarrollo vegetativo de la plántula tanto en altura, DAC y presencia de hojas verdaderas en la plántula se encuentran en el T2, dio en altura un promedio de 1.71 centímetros y de DAC de la plántula un promedio de 3.61 milímetros. Mientras que para la presencia de hojas verdaderas no hay una diferencia significativa estadísticamente, esto nos dice que ningún tratamiento influye en la aparición de hojas verdaderas.
- El testigo que no consta con ningún tratamiento pregerminativo y solo con turba, para el crecimiento de la plántula en altura y en DAC de la plántula dio un crecimiento promedio de 0.9 centímetros en altura y 2.23 milímetros en diámetro dando como resultado que si influye el tratamiento pregerminativo y el sustrato en el desarrollo del crecimiento de la plántula.

RECOMENDACIONES

- Para el registro de datos dentro del umbráculo, se recomienda tomar datos a los 30, 60 y 90 días, para obtener significancia en los tratamientos evaluados y de esta manera saber cuáles son los mejores tratamientos.
- Se recomienda probar los sustratos utilizados en esta investigación en propagación asexual para determinar si tiene mayor influencia los sustratos utilizados.
- Compartir los resultados obtenidos en la presente investigación a los viveristas con el fin de dar a conocer los mejores tratamientos tanto para germinación como para crecimiento de la plántula en la especie de Aliso (*Alnus acuminata*).

GLOSARIO

Agroforesteía: Es mezclar intencionalmente árboles y arbustos con cultivos o sistemas de producción animal para obtener beneficios ambientales, económicos y sociales de forma ecológicamente sustentable.(Missouri, 2013)

Escarificación: La escarificación es cualquier proceso que rompa, raye, altere mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases.(Arana, 2011,p.6)

Lixiviación: Procesos que comprenden el remojado de las semillas en agua u otros líquidos. Estos tratamientos en húmedo combinan a veces dos efectos, el de ablandar la cubierta dura y el de extraer por lixiviación los inhibidores químicos.(Willan, 1991)

Perlita: La perlita es un vidrio volcánico amorfo con un contenido de agua de entre un 2% y un 5%. Debido a este contenido de humedad, cuando se calienta a altas temperaturas sufre un proceso de expansión en que llega a multiplicar su tamaño por hasta 13 veces, dando lugar al material de tono claro, poroso y muy ligero que se usa en jardinería y horticultura.(Acosta, 2020)

Suelos degradados: La degradación del suelo se puede entender como la pérdida de equilibrio de sus propiedades, lo que limita su productividad. Ella tiene expresión en aspectos físicos (erosión), químicos (déficit de nutrientes, acidez, salinidad, otros) y biológicos del suelo (deficiencia de materia orgánica).(Cartes, 2013)

BIBLIOGRAFÍA

ABANTO RODRIGUEZ, C., et al. Organic substrates in *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) plants Production. *Scientia Agropecuaria*, vol. 7, no. 3, (2016),(Universidad nacional de trujillo), pp. 341-347. ISSN 20779917. DOI 10.17268/sci.agropecu.2016.03.23.

ABARCA, R. Sustatos. *Nuevos sistemas de comunicación e información*, (2021), pp. 2013-2015.

ABRIL SALTOS, Ricardo; RUÍZ VÁSQUES, T; & CABRERA MURILLO; G. Germinación, diámetro de semilla y tratamientos pregerminativos en especies con diferentes finalidades de uso. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 28, no. 3,(2017), pp. 703. ISSN 1021-7444. DOI 10.15517/ma.v28i3.26205.

ACOSTA, B.,. *Perlita para plantas: qué es, para qué sirve y cómo se usa*. [blog], 2020, [Consultado: 7 de julio 2021] Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/perlita-para-plantas-que-es-para-que-sirve-y-como-se-usa-3008.html>.

ALDANA, J. *Fichas técnicas de 38 especies plantadas en Venezuela*. [en línea]. Venezuela-Merida: Universidad de los andes, 2001. [Consultado: 5 de julio de 2021]. Disponible en:https://www.researchgate.net/publication/312587343_FICHAS_TECNICAS_DE_38_ESPECIES_PLANTADAS_EN_VENEZUELA

***Alnus acuminata*. Nova Genera et Species Plantarum** [en línea], 2021. vol. 30, no. 1, pp. 337-344. [Consultado: 5 de julio de 2021]. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf.

ARANA, V; & VARELA, S. 2011. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. *Unidad de Genética Ecológica y Mejoramiento Forestalr*. [en línea], 2011. no. 3,. [Consultado: 5 de julio de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12123/11393>

AULESTIA GUERRERO, E; et al. *Alnus acuminata kunth*: una alternativa de reforestación y fijación de dióxido de carbono. *Bosques Latitud Cero* [en línea] 2018, vol. 8, no. 2, [Consultado: 8 de julio de 2021]. Disponible en: [https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/495#:~:text=Por tales motivos%2C se sugiere,luchando además%2C de manera conjunta.](https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/495#:~:text=Por%20tales%20motivos%20se%20sugiere,luchando%20además%20de%20manera%20conjunta.)

CARTES, G.,. Degradacion de suelos agrícolas y el SIRSD - S. *Oficina de Estudios y Politiccas*

Agrarias [en línea], 2013 pp. 1-6. [Consultado: 8 de julio de 2021], Disponible en: www.odepa.gob.cl.

CATIE, . *Jaúl Alnus acuminata Especie de arbol de uso multiple en america*. [en línea]. 1995. [Consultado: 8 de julio de 2021] . Disponible en : <https://bco.catie.ac.cr:8086/jal-2>

CATIE,. *Alnus acuminata spp. arguta (Schlecht.) Farlow*. [en línea]. 1997. [Consultado: 8 de julio de 2021]. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0008s/A0008s18.pdf>.

COYAGO MOROCHO , D. 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. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2016. [Consultado: 8 de julio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5710/1/03%20FOR%20228%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

CUASAPUD GUADIR, A. Métodos de reproducción de tres especies forestales en cuatro proporciones de sustratos en vivero, en la comuna Tesalia, Provincia Carchi. [en línea] (Trabajo de grado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2012. [Consultado: 8 de julio de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2565/1/03%20FOR%20205%20TESIS.pdf>

CRESPO, C., MONTOYA, B. & VILLA, S. Beneficios de la Fibra de Coco como Sustrato. *fertilab* [en línea], 2012. Disponible en: [https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Beneficios de la fibra de coco como sustrato.pdf](https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Beneficios%20de%20la%20fibra%20de%20coco%20como%20sustrato.pdf).

DELGADO ARROYO, M; et al. 2016. Estudio de turbas y residuos avícolas procedentes de pollo de engorde como componente de sustratos de cultivo. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, vol. 32, no. 4, pp. 455-462. ISSN 01884999. DOI 10.20937/RICA.2016.32.04.09.

Ficha Técnica Aliso. *ecuador forestal* [en línea], 2010. pp. 1-2. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/ALISO.pdf>.

INAMHI. *Pronostico del tiempo*. [en línea]. Disponible en: <http://186.42.174.241/InamhiPronostico/>.

LOZANO, P. Especies forestales arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador.

Ministerio del Ambiente de Ecuador-MAE, [en línea], 2015, Ecuador. pp. 29. [Consultado: 8 de julio de 2021]. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>

MESÉN, F. *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigacion* [en línea]. Turialba, Costa Rica, Catie: 1998. [Consultado: 8 de julio de 2021]. Disponible en: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1638/Enraizamiento_de_estacas.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. *Manual de Vivero. Dirección de Educación Agraria* [en línea], 2018, Costa Rica. vol. 2, pp. 174. [Consultado: 8 de julio de 2021]. Disponible en: http://www.agrariahurlingham.com.ar/alumnos/2_vivero_manual.pdf.

MISSOURI, E. *Árboles en Acción Info.* [en línea], 2013, vol. 1 [Consultado: 8 de julio de 2021]. Disponible en: https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/workingtrees/infosheets/WhatisAF_Spanish.pdf.

PASTOR, J. Use of Growing Mediums in the Nursery Production. *Terra Latinoamericana* [en línea], 1999, Mexico. vol. 17, no. 3, pp. 231-235. [Consultado: 8 de julio de 2021]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>.

PÉREZ LÓPEZ, P., et al. Procesos de regeneración natural en bosques de encinos. *Biológicas*, [en línea], 2013, Mexico. vol. 1, pp. 18-24. [Consultado: 8 de julio de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>

RANGEL HERNANDEZ, L., El impacto de los Determinantes Sociales de la Salud en los niños. *Revista IUS* [en línea], 2014, Mexico. pp. 53. [Consultado: 8 de julio de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462014000200009.

RUSSO, R., 1994. *Alnus acuminata : valuable timber tree for tropical highlands.* , [en línea]. 1994, pp. 10-14. [Consultado: 10 de julio de 2021] Disponible en: https://www.academia.edu/21989731/Alnus_acuminata_Valuable_Timber_Tree_for_Tropical_Highlands

SÁNCHEZ, L; et al., 2009. *El Aliso (Alnus acuminata H.B.K.) como alternativo silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto Colombiano* [en línea]. Colombia, 2009. ISBN

9789587400281. [Consultado: 15 de julio de 2021]. Disponible en: http://plantashumedal.weebly.com/uploads/2/0/1/5/20159271/aliso_en_sistemas_silvopastoriles.pdf.

VÁSQUEZ CHIMARRO, S. Efecto de las auxinas Iba y Anaen el enraizamiento de las especies *Alnus acuminata* y *Polylepis racemosa* Cayambe 2008. [en línea], (Tesis de Grado), Universidad politecnica Saleciana, Facultad de ciencias agropecuarias y ambientales, Cayambe- Ecuador, 2008. [Consultado: 20 de julio de 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6749/1/UPS-YT00022.pdf>

TAPIA, D. 2012. Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza. [en línea]. (Tesis de Grado), Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Ibarra-Ecuador, 2012. [Consultado: 20 de julio de 2021], Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2119/1/03FOR003TESIS.pdf>.

TECHNOLOGY 2008. Fibra de coco: *Embrapa*. [en línea], 2008, pp. 3045. [Consultado: 20 de julio de 2021] Disponible en: https://www.projar.es/wp-content/uploads/2020_Cat_Fibra-de-Coco_ONLINE.pdf.

VÁZQUEZ, C; et al., 1999. *Alnus acuminata*, *Alnus acuminata*. [en línea], pp. 45-48. [Consultado: 20 de julio de 2021], Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf.

VIVEROS, H; et al. 2015. Analisis de semilla, tratamientos pregerminativos de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq .) Griseb . y su crecimiento inicial. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* [en línea], 2015, MEXico, vol. 6, no. 30, pp. 52-65. [Consultado: 20 de julio de 2021], Disponible en: <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/editorial/index.php/Forestales/article/view/4173/3444>.

ZABALA, 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. [en línea]. (Tesis de maestria), Universidad Andina Simón Bolívar, Quito-Ecuador, 2020. [Consultado: 20 de julio de 2021], Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7429/1/T3225-MCCSD-Aguiar-Evaluacion.pdf>



ANEXOS

ANEXO A: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO		
Preparación de los tratamientos pregerminativos de la semilla de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) en agua fría y en agua caliente.		
		
		

ANEXO B: LABORES REALIZADAS EN LA FASE DE CAMPO.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO		
Labores de limpieza en la cama umbráculo donde se realizará el diseño experimental.	Desinfección de la cama con vitavax donde se implementará el diseño experimental.	
		

ANEXO C: DESINFECCIÓN DE SUSTRATOS.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO		
Desinfección de los sustratos a utilizar en el ensayo con vitavax		
		

ANEXO D: MEZCLA HOMOGÉNEA DEL SUSTRATO.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Mezcla homogénea de los sustratos utilizados como la turba, fibra de coco y perlita con su respectivo porcentaje para cada tratamiento a utilizar.



ANEXO E: ENFUNDADO DE SUSTRATOS

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO	
<p>Enfundado de los sustratos utilizados y mezclados homogéneamente la turba, fibra de coco y perlita con su respectivo porcentaje para cada tratamiento a utilizar.</p>	
	

ANEXO F: SIEMBRA DE SEMILLAS A UTILIZAR EN EL ENSAYO.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO	
<p>Siembra de semillas con su respectivo tratamiento pregerminativo de aliso (<i>Alnus acuminata</i>) en cada sustrato a utilizar.</p>	
	

ANEXO G: RIEGO.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



El riego se lo realizó 2 veces por semana.



ANEXO H: DESHIERBE.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



De realizó cada 20 días al momento de regar el agua el deshierbe se realizó de manera manual para eliminar hierbas no deseadas.





ANEXO I: TOMA DE DATOS.

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA FASE DE CAMPO



Los datos se tomaron fueron de germinación y desarrollo de la plántula como es en altura y DAC.





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 23 / 09 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Edwin Renne Cauja Guerrero
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Ingeniería Forestal
Título a optar: Ingeniero Forestal
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1889-DBRA-UTP-2022