



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

**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ALISO (*Alnus acuminata*
H.B.K.) UTILIZANDO TRES SUSTRATOS Y TRES
ENRAIZANTES EN LA PARROQUIA CUBIJÍES, CANTÓN
RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA:

ANDREA MONSERRATH ASQUI CEDENO

Riobamba - Ecuador

2023



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

**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ALISO (*Alnus acuminata*
H.B.K.) UTILIZANDO TRES SUSTRATOS Y TRES
ENRAIZANTES EN LA PARROQUIA CUBIJÍES, CANTÓN
RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA: ANDREA MONSERRATH ASQUI CEDEÑO

DIRECTORA: ING. VILMA FERNANDA NOBOA SILVA

Riobamba - Ecuador

2023

© 2023, **Andrea Monserrath Asqui Cedeño**

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, Andrea Monserrath Asqui Cedeño, 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 junio del 2023



Andrea Monserrath Asqui Cedeño

C.I: 0604039933

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

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ALISO (*Alnus acuminata* H.B.K.) UTILIZANDO TRES SUSTRATOS Y TRES ENRAIZANTES EN LA PARROQUIA CUBIJÍES, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**, realizado por la señorita: **ANDREA MONSERRATH ASQUI CEDEÑO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal 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
Dra. Rosa del Pilar Castro Gómez PRESIDENTA DEL TRIBUNAL		2023/06/22
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva Msc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023/06/22
Ing. Daniel Arturo Román Robalino ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023/06/22

DEDICATORIA

A mi padre: por siempre apoyarme, por creer en mí, no dejarme sola, recibirme siempre con los brazos abiertos y permanecer con la plena confianza de que su hija sería una profesional. Dios le pague papi. A mi hija Valentina porque sin ella saberlo fue mi impulso, mi motor en los momentos difíciles, el sol de todos mis días, crecimos juntas mientras su mami estudiaba. A mi madre por su sacrificio constante en cada etapa a mi lado. A mis hermanos Gustavo y Fernanda por su apoyo constante en toda mi carrera universitaria. A mi familia, mi abuelita Gloria que desde hace un año está en el cielo, mis tías, tíos, primos, primas, que siempre estuvieron presentes con una palabra de aliento. A mi amiga Andrea por ser mi hombro y brindarme su oído cuando más lo necesité, a mi mejor amiga Sharon por hacerme sentir admirada y siempre estar pendiente de mí. A mis amigas que gracias a la carrera universitaria llegué a conocer Evelyn, Tayna, Blanca, Jomayra, siempre fueron la alegría, el apoyo, y las ganas de seguir hasta lograr la meta. A mi amigo Ronny por estar presente con su noble corazón en cualquier circunstancia. No tengo palabras suficientes para expresar lo agradecido que está mi corazón por su confianza y apoyo en todos estos años, este logro tiene una parte de cada uno de ustedes.

Monserrath

AGRADECIMIENTO

A Dios por la salud, la vida y sabiduría para cumplir con mi meta. A mi hija, mis padres y hermanos por ser mi soporte, y mi guía. A mi querida Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme dado mi formación superior la carrera de Ingeniería Forestal. A los miembros del comité evaluador Dra. Rosa Castro, al Ing. Daniel Román, la Ing. Vilma Noboa agradeciendo por su paciencia y valiosa oportunidad de colaborar en la revisión del presente escrito, por su amistad, tiempo y grandes aportaciones para llegar al término del presente trabajo. A todos mis amigos por su confianza y cariño.

Monserrath

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1	Importancia	3
1.2	Planteamiento del problema.....	3
1.3	Limitaciones y delimitaciones.....	3
1.3.1	<i>Limitaciones.....</i>	3
1.3.2	<i>Delimitaciones</i>	4
1.4	Problema general de Investigación	4
1.5	Problemas específicos de investigación	4
1.6	Objetivos	4
1.6.1	<i>Objetivo general.....</i>	4
1.6.2	<i>Objetivos específicos</i>	4
1.7	Justificación	5
1.8	Hipótesis.....	5
1.8.1	<i>Hipótesis nula.....</i>	5
1.8.2	<i>Hipótesis alternante</i>	5

CAPÍTULO II

2	MARCO TEÓRICO	6
2.1	Antecedentes de la investigación	6
2.2	Referencias teóricas	6
2.2.1	<i>ALISO (Alnus acuminata H.B.K.)</i>	6
2.2.2	<i>Taxonomía del aliso</i>	6
2.2.3	<i>Características anatómicas del aliso</i>	7
2.2.4	<i>Requerimientos climáticos</i>	7

2.2.5	<i>Aliso en Ecuador</i>	8
2.2.6	<i>Aliso en Cubijés</i>	8
2.2.7	<i>Parroquia Cubijés</i>	8
2.2.8	<i>Propagación en vivero</i>	8
2.2.9	<i>Tipos de propagación</i>	9
2.2.10	<i>Enraizantes</i>	10
2.2.11	<i>Tipos de enraizantes</i>	10
2.2.12	<i>Sustratos</i>	11
2.2.13	<i>Tipos de sustratos</i>	12
2.2.14	<i>Variables a evaluarse en la propagación vegetativa</i>	13
2.2.15	<i>Rebrotos</i>	13
2.2.16	<i>Longitud de raíces</i>	14
2.2.17	<i>Peso fresco de raíces</i>	14

CAPÍTULO III

3	MARCO METODOLÓGICO	15
3.1	Enfoque de la investigación	15
3.2	Nivel de investigación	15
3.3	Diseño de la investigación	16
3.3.1	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i>	16
3.3.2	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo</i>	16
3.4	Tipo de estudio	16
3.5	Localización del área de estudio	17
3.6	Ubicación geográfica del área de estudio	17
3.7	Materiales y equipos	18
3.7.1	<i>Materiales y equipos de escritorio</i>	18
3.7.2	<i>Equipos</i>	19
3.8	Metodología	19
3.8.1	<i>Establecimiento del estudio</i>	19
3.9	Diseño de la investigación	20
3.10	Factores en estudio	20
3.10.1	<i>Tratamientos en estudio</i>	20
3.10.2	<i>Distribución de tratamientos por bloque en fase de vivero</i>	20
3.10.3	<i>Esquema de Análisis de Varianza</i>	21
3.10.4	<i>Cumplimiento del objetivo 1</i>	21
3.10.5	<i>Cumplimiento del objetivo 2</i>	21

3.10.6	<i>Cumplimiento del objetivo 3</i>	22
3.10.7	<i>Análisis de datos</i>	22

CAPÍTULO IV

4	RESULTADOS	24
4.1	Pruebas de normalidad y homocedasticidad de los datos	24
4.2	Prendimiento 30 días	24
4.3	Numero de brotes	26
4.3.1	<i>Número de brotes medición 1</i>	26
4.3.2	<i>Número de brotes medición 2</i>	27
4.3.3	<i>Número de brotes medición 3</i>	28
4.4	Altura de las plantas	29
4.4.1	<i>Altura de plantas medición 1</i>	29
4.4.2	<i>Altura de plantas medición 2</i>	29
4.4.3	<i>Altura de plantas medición 3</i>	30
4.5	Largo de raíz	31
4.6	Peso fresco de raíz	32

CAPÍTULO V

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1	Conclusiones	34
5.2	Recomendaciones	34

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Comparación de los métodos de propagación vegetativa.....	9
Tabla 1-3:	Tratamientos en estudio.....	20
Tabla 2-3:	Esquema de tratamiento por bloque	20
Tabla 3-3:	Esquema de análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental	21
Tabla 1-4:	Resultados de la prueba de normalidad y homocedasticidad de los datos	24
Tabla 2-4:	Prueba de Friedman para el prendimiento a los 30 días	25
Tabla 3-4:	Separación de medias de la prueba de Friedman del prendimiento a los 30 días.	25
Tabla 4-4:	Prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 1.....	26
Tabla 5-4:	Separación de medias de la prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 1	26
Tabla 6-4:	Prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 2.....	27
Tabla 7-4:	Separación de medias de la prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 2	27
Tabla 8-4:	Prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 3.....	28
Tabla 9-4:	Separación de medias de la prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 3	28
Tabla 10-4:	Análisis de varianza para la altura de las plantas de la medición 1	29
Tabla 11-4:	Prueba de Friedman para la altura de las plantas de la medición 2	29
Tabla 12-4:	Separación de medias de la prueba de Friedman para la altura de las plantas de la medición 2	29
Tabla 13-4:	Análisis de varianza para la altura de las plantas de la medición 3.....	30
Tabla 14-4:	Prueba de Tukey para la altura de las plantas de la medición 3.....	30
Tabla 15-4:	Prueba de Friedman para el largo de la raíz.....	31
Tabla 16-4:	Separación de medias de la prueba de Friedman del largo de la raíz	31
Tabla 17-4:	Prueba de Friedman para el peso de la raíz.....	32
Tabla 18-4:	Separación de medias de la prueba de Friedman para el peso de la raíz	32

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-3: Ubicación geográfica del área de estudio.....	18
Ilustración 2-3: Diagrama de flujo del proceso de análisis de resultados.....	23

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: LUGAR DE ESTUDIO, INVERNADERO

ANEXO B: PREPARACIÓN DE SUSTRATOS

ANEXO C: ENRAIZANTE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO

ANEXO D: DISTRIBUCIÓN EN CAMPO DEL ESTUDIO

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo estudiar la propagación vegetativa de aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando tres sustratos y tres enraizantes en la parroquia Cubijíes, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Para esto se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con un arreglo bifactorial donde se analizó el Factor A de enraizantes consistentes en agua, miel de abeja y ácido naftalenacético, y el Factor B de sustratos consistentes en: arena 100 %; 50 % tierra negra, 25 % arena y 25 % turba; y 50 % tierra negra y 50 % turba. Se trabajó con nueve tratamientos resultantes de las combinaciones de los distintos factores y para determinar el mejor tratamiento se evaluaron las variables porcentaje de prendimiento, número de brotes por estaca, altura de estaca, largo de raíz y peso fresco de raíz; para esto, se utilizaron pruebas estadísticas para determinar los tratamientos que presentaron mayor diferencia estadísticamente significativa. Se determinó que el Ácido naftalenacético presentó mejores características para las variables estudiadas de prendimiento, número de brotes, altura de planta, largo y peso fresco de raíz, mientras que el sustrato 50 % tierra negra y 50 % turba, permitió un mayor porcentaje de prendimiento, altura de planta, largo de raíz y peso fresco de raíz. Se concluyó que la mejor combinación de factores fue la de Ácido naftalenacético con un sustrato 50 % tierra negra y 50 % turba y se recomendó el uso de distintos enraizantes químicos de acuerdo a la localidad.

Palabras clave: <ALISO (*Alnus acuminata*)>, <ENRAIZANTE>, <CUBIJÍES (PARROQUIA)>, <PROPAGACIÓN VEGETATIVA>, <SUSTRATO DE ENRAIZAMIENTO>.



1446-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

This research has as its objective the study of the vegetative propagation of alder (*Alnus acuminata* H.B.K.) using three substrates and three rooting agents in the Cubijíes parish. Riobamba canton, Chimborazo province. For this, a Randomized Complete Block (DBCA) has been used with a bifactorial arrangement where Factor A of rooting agents consisting of water, honey, and naphthaleneacetic acid was analyzed, and Factor B of consistent substrates of 100% sand; 50% black earth, 25% sand and 25% peat; and 50% black earth and 50% peat. We worked with nine treatments resulting from the combinations of the different factors and to determine the best treatment, the variables of taking percentage, number of shoots per stake, stake height, root length, and root fresh weight were evaluated. Statistical tests have been used to determine the treatments that presented the greatest statistically significant difference. It has been determined that the naphthaleneacetic acid presented better characteristics for the studied variables of taking, number of shoots, plant height, length, and fresh root weight, while the substrate 50% black earth and 50% peat, allowed a higher percentage of taking, plant height, root length, and fresh root weight. It has been concluded that the best combination of factors was that of naphthaleneacetic acid with a 50% black earth and 50% peat substrate, and the use of different chemical rooting agents has been recommended according to the locality.

Keywords: <ALDER (*Alnus acuminata*)>, <ROOTING>, <CUBIJÍES (PARISH)>, <VEGETATIVE PROPAGATION>, <ROOTING SUBSTRATE>

Riobamba, July 13rd, 2023



PhD. Dennys Tenelanda López

ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

La tala indiscriminada de bosques para la obtención de madera y otros recursos ha reducido significativamente las poblaciones de diferentes especies forestales, lo que ha llevado a una disminución en su diversidad genética y a una pérdida de hábitat para muchas especies animales. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), a nivel mundial se perdieron alrededor de 178 millones de hectáreas de bosques entre 1990 y 2020, lo que representa una disminución del 10% de la superficie forestal mundial en solo tres décadas (FAO, 2020, pp. 3-4).

En cuanto a Ecuador, la situación de la deforestación es crítica. Según el Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador, el país perdió más de 55 mil hectáreas de bosque solo en 2020, principalmente debido a la expansión de la frontera agrícola, la minería ilegal y la tala indiscriminada. Se estima que la tasa de deforestación anual en el país es del 0,5%, lo que equivale a la pérdida de aproximadamente 54 mil hectáreas de bosque al año (Montaño, 2021, párr. 7).

Además, el cambio climático está afectando las condiciones ambientales en muchas partes del mundo, lo que puede tener un impacto negativo en la propagación vegetativa de especies forestales. Por ejemplo, el aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación pueden afectar la supervivencia y el crecimiento de las plantas debido al alto riesgo de contagio de enfermedades y ataques de plagas, lo que puede dificultar la propagación natural de las plantas (ONU, 2021, párr. 1-3).

El aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) es una especie arbórea nativa de los bosques andinos de América del Sur, incluyendo Ecuador (EcuadorForestal, 2010, p. 1). Aunque no hay estadísticas precisas sobre el número de plantaciones de aliso en el país, hay algunos proyectos de investigación y producción que han trabajado en la propagación y cultivo de esta especie.

Por ejemplo, en la provincia de Loja, al sur de Ecuador, se ha llevado a cabo un proyecto de producción de aliso para la reforestación de áreas degradadas y la recuperación de suelos. En este proyecto, se utilizaron técnicas de propagación vegetativa para obtener plantas de aliso de alta calidad genética y se establecieron plantaciones experimentales en diferentes condiciones climáticas y de suelo (MAE, 2019, párr. 1-5).

En la región andina de Ecuador, también se han llevado a cabo investigaciones para evaluar el potencial del aliso para la producción de madera y otros productos forestales no maderables, como la resina y la medicina tradicional. Estas investigaciones han demostrado que el aliso es una

especie con un gran potencial para la producción forestal sostenible en la región (Vallejo et al., 2020, p. 49).

La propagación vegetativa es una técnica ampliamente utilizada para la producción de plantas en la industria forestal. En este contexto, el aliso es una especie arbórea de gran interés económico debido a su valor comercial y su capacidad para fijar nitrógeno en el suelo. La propagación vegetativa del aliso puede ser una alternativa viable a la propagación por semillas, ya que puede asegurar la continuidad de las características deseables de la planta madre en la nueva generación (Vásquez, 2008, p. 22).

Sin embargo, para que la propagación vegetativa del aliso sea exitosa, es necesario tener en cuenta factores como los sustratos y enraizantes utilizados, las condiciones ambientales de la zona de plantación y el tiempo de seguimiento del experimento. La parroquia Cubijíes, en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador, es una zona con una importante presencia de aliso, lo que la convierte en un lugar adecuado para estudiar la propagación vegetativa de esta especie.

En este estudio se exploraron los efectos de tres sustratos y tres enraizantes diferentes en la propagación vegetativa del aliso en la parroquia Cubijíes. Los sustratos incluyeron arena, tierra negra, turba y combinaciones de estos materiales, mientras que los enraizantes incluyeron agua, miel de abeja y ácido naftalenacético. El objetivo principal fue determinar cuál de estas combinaciones producía el mejor resultado en términos de tasa de supervivencia y crecimiento de las plantas enraizadas.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Importancia

Alnus acuminata Kunth (aliso) es una especie forestal, nativa de los Andes que es utilizada para sola o en asociación en diferentes sistemas productivos y ambientales, debido a sus aptitudes de conservación y adaptación (Pacheco y Quisbert, 2016). Se ha demostrado que el aliso logra capturar grandes cantidades de Dióxido de Carbono (CO₂) y Óxido Nitroso (N₂O), fungiendo como un agente nitrificador del suelo, lo que permite validarla como una especie forestal idónea para actividades de reforestación con fines de brindar este servicio ecosistémico (Silva et al., 2018).

1.2 Planteamiento del problema

La disminución en crecimiento de la cobertura boscosa a nivel mundial ha ocasionado un desequilibrio en los ecosistemas, teniendo que recurrir a actividades de restauración y reforestación de áreas degradadas para mitigar el desequilibrio ecosistémico y sus efectos.

En los viveros del Ecuador, se puede encontrar que la oferta de plántulas de calidad, especialmente que produzcan especies nativas, para la reforestación es insuficiente para la demanda que exigen los ecosistemas degradados; sumado a que no hay suficientes programas de reforestación con plantas nativas, se pronostica una mayor pérdida de las áreas verdes del país (Montaño, 2021).

1.3 Limitaciones y delimitaciones

1.3.1 Limitaciones

El estudio estuvo limitado a tres sustratos diferentes (arena 100 %; 50 % tierra negra, 25 % arena y 25 % turba; 50 % tierra negra y 50 % turba) y tres enraizantes distintos (agua, miel de abeja y ácido naftalenacético), con una muestra total de 270 estacas de aliso (*Alnus acuminata*). Además, existió la limitante de tiempo de estudio que fue de cuatro meses. Las variables en estudio se limitaron a número de brotes, altura de las plantas, largo de raíz y peso fresco de raíz.

1.3.2 Delimitaciones

La investigación estuvo delimitada espacialmente a la parroquia Cubijíes, perteneciente al cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. En esta localidad se encuentran condiciones ambientales tales como: altitud promedio de 2501 m s.n.m. y temperatura entre los 18 a 20 °C.

1.4 Problema general de Investigación

¿Cuál es el mejor sustrato y enraizante para la propagación vegetativa de aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) en la parroquia Cubijíes, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo?

1.5 Problemas específicos de investigación

- ¿Cuál es el porcentaje de prendimiento que puede llegar a tener el aliso con distintos tratamientos?
- ¿Cuáles son los valores que se pueden obtener en variables como número de brotes, largo y peso de raíces con distintos tratamientos?
- ¿Cuál es el mejor tratamiento para la formación radicular en el aliso?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres sustratos y tres enraizantes en la propagación vegetativa de aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) en la parroquia Cubijíes, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

1.6.2 Objetivos específicos

- Evaluar el porcentaje de prendimiento de las estacas en cada uno de los tratamientos.
- Determinar el número de brotes, largo y peso de raíces por variables independientes.
- Determinar el mejor tratamiento para la formación radicular de la especie en estudio.

1.7 Justificación

La parroquia Cubijíes del cantón Riobamba se encuentra dentro de los espacios que requieren una reforestación por lo que conocer las características de propagación en viveros de distintas plantas, como el aliso, ayudará a los viveristas y a la comunidad a tener un abasto constante de especies propicias para la reforestación.

A. acuminata requiere de temperaturas que van de 10,8 a 21,8 °C, precipitaciones de 636 a 1285 mm y un rango altitudinal entre los 1000 a a 3200 m s.n.m.; por ende, al encontrarse la parroquia Cubijíes a los 2500 m de altitud, se la puede considerar un lugar apto para el establecimiento de un vivero que se encargue de la reproducción de aliso para la zona y para otras provincias de la sierra.

1.8 Hipótesis

1.8.1 Hipótesis nula

Ninguno de los tratamientos incide en la propagación de aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) en la parroquia Cubijíes, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

1.8.2 Hipótesis alternante

Al menos uno de los tratamientos utilizados incide en la propagación de aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) en la parroquia Cubijíes, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

(Vásquez, 2008, pp. 1-72), en su estudio “Efecto de las auxinas IBA y ANA en el enraizamiento de estacas forestales de las especies *Alnus acuminata* y *Polylepis racemosa*”, investigó la influencia de distintas concentraciones de las dos auxinas mencionadas, junto a distintos tiempos de inmersión.

En cambio, (Portilla, 2012, pp. 1-41) en su investigación titulada “Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza”, estudió la influencia de los sustratos en este tipo de propagación en la misma especie.

Por otro lado, (Jiménez, 2022, pp. 1-12) en su trabajo de titulación “Evaluación de tres tipos de sustratos en la propagación sexual de aliso (*Alnus acuminata*) en el cantón El Tambo, provincia del Cañar” estudió la propagación sexual del aliso, evidenciando el interés en cuanto a temas de investigación que promuevan la reproducción de esta especie forestal.

2.2 Referencias teóricas

2.2.1 ALISO (*Alnus acuminata* H.B.K.)

También conocido como aliso de acero, aliso del cerro, aliso del río, aliso montano o andenerle, es considerado pionero en áreas devastadas, es rústico, de rápido crecimiento y se lo encuentra frecuentemente en las zonas húmedas de los flancos internos del callejón interandino. Usualmente, se lo planta con fines de recuperación del suelo (EcuadorForestal, 2010, p. 1).

2.2.2 Taxonomía del aliso

De acuerdo a la plataforma (Trópicos, 2022, párr. 1) del Jardín Botánico de Missouri, el aliso tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Class: Equisetopsida C. Agardh
Subclass: Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorder: Rosanae Takht.
Order: Fagales Engl.
Family: Betulaceae Gray
Genus: *Alnus* Mill.

2.2.3 *Características anatómicas del aliso*

- **Forma:** Árbol o arbusto perennifolio / caducifolio, de 10 a 25 m (hasta 30 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 35 a 40 cm (hasta 1 m). Algunos individuos llegan a superar los 42 m de altura en plantaciones.
- **Copa/Hojas:** Copa estrecha (angosta) y piramidal (en plantaciones), en bosques sucesionales toma formas irregulares. Hojas con la lámina ovada, de 6 a 15 cm de largo y 3 a 8 cm de ancho, margen agudamente biserrado; el haz y el envés glabros en la madurez.
- **Tronco/Ramas:** Tronco cilíndrico a ligeramente ovalado. Generalmente con varios troncos. En campo abierto desarrolla ramas gruesas desde la base mientras que en bosque denso alcanza una mayor proporción de tronco libre de ramas y nudos por una poda natural.
- **Corteza:** Corteza lisa o ligeramente rugosa, escamosa en individuos viejos, con frecuencia marcada con arrugas transversales o constricciones circundantes.
- **Flor(es):** Inflorescencias masculinas en amentos de 5 a 10 cm de largo, generalmente en agrupaciones de 3; inflorescencias femeninas 3 a 4 en racimos, de 3 a 8 mm de largo en anthesis; conos de 11 a 28 mm de largo y de 8 a 12 mm de diámetro.
- **Fruto(s):** Fruto elíptico a obovado, papiráceo a coriáceo, con el margen alado y estilo persistente. Las alas angostas de 2 a 2.3 mm de largo y 0.2 a 1 mm de ancho, el cuerpo de 1.5 a 3 mm de largo y 1.5 a 1.8 mm de ancho.
- **Raíz:** Sistema radical poco profundo, amplio y extendido.
- **Sexualidad:** Monoica (Conabio, 2015, pp. 1-3).

2.2.4 *Requerimientos climáticos*

Se lo puede encontrar en laderas montañosas muy inclinadas en condiciones secas, en riberas de los ríos, en pendiente húmedas y usualmente se desarrolla en áreas con neblina frecuente. Su rango de temperatura va de 4 a 27 °C y puede soportar temperaturas que bajan temporalmente a 0 °C. soporta una precipitación de 1000 a 3000 mm o más. Las condiciones climáticas óptimas son (EcuadorForestal, 2010, p. 1):

- Temperatura de 10,8 a 21,8 °C
- Precipitación de 636 a 1285 mm
- Rango altitudinal de 1000 a 3200 m s.n.m.

2.2.5 *Aliso en Ecuador*

El aliso, en Ecuador se distribuye naturalmente en sectores con temperaturas entre los 4 a 27 °C, precipitaciones de 1 000 a 3 000 mm y altitudes de 2300 a 2400 m s.n.m., pudiendo encontrarse en otros pisos térmicos también, en terrenos con altas pendientes (Aguirre, 2017). Estudios como el realizado por (Aulestia, 2018, p. 66) destacan al aliso como una especie con una gran capacidad para ser usado en la reforestación y la captura de carbono, pudiendo captar y almacenar alrededor de 6,15 Mg/ha de dióxido de carbono anualmente cuando se encuentran distribuidos dentro de bosque naturales, como el bosque siempre verde montano y siempre verde montano bajo.

2.2.6 *Aliso en Cubijíes*

No se encuentran registros del estudio o uso forestal de *A. acuminata* en la parroquia de Cubijíes. La parroquia se encuentra a una altitud de alrededor de 2500 m s.n.m. (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Cubijies, 2019, párr. 3); por lo que, se encontraría en una zona pertinente para el desarrollo de plantas, o plantaciones, de aliso, esto de acuerdo a (EcuadorForestal, 2010, p. 1), que dice que el rango de altitudinal de vida para esta especie va desde los 1000 a 3200 m s.n.m..

2.2.7 *Parroquia Cubijíes*

La parroquia Cubijíes está situada al suroriente de la ciudad de Riobamba a 8 kilómetros de distancia, con una población de no menos de 2500 habitantes en el casco urbano, su altitud es de 2501 m s.n.m., su temperatura fluctúa entre los 18 a 20° C, por la población pasa la amplia y asfaltada carretera que conduce a Baños y más poblaciones del Oriente Ecuatoriano. Al ser una parroquia que se encuentra dentro de la Cuenca Occidental del Chambo, (Sierra, 2021) determinan que se encuentra dentro de una zona con altos niveles de deforestación, siendo de más de 100 has/año deforestadas y con una proyección de deforestación al año 2030 muy alta.

2.2.8 *Propagación en vivero*

La propagación vegetativa se define como la producción de nuevas plantas que contienen las características genéticas exactas de la planta madre. Esto es posible debido a que el núcleo de cada célula viva contiene toda la información genética que se necesita para reproducir otra planta

idéntica. Dado que sólo un padre es requerido y no involucra recombinación genética, a la propagación vegetativa se le conoce también como propagación asexual. Los viveristas pueden producir múltiples copias de la planta madre al evitar la recombinación genética inherente en la reproducción sexual y el desarrollo de la semilla (Sánchez, 2020, p. 120).

2.2.9 Tipos de propagación

El mejor método a utilizar depende de varios factores, incluyendo: características de las especies, el tipo de ambiente de propagación y la habilidad del propagador. Diferentes métodos de propagación vegetativa han sido utilizados en viveros forestales y de conservación, como pueden ser (Sánchez, 2020, p. 121):

Tabla 1-2: Comparación de los métodos de propagación vegetativa

Método de propagación vegetativa	Habilidad de la mano de obra	Costo relativo por planta	Instalaciones requeridas	Usos en los viveros forestales y de conservación
Estacas del tallo	Baja	Bajo	Cámara de enraizamiento	Problemas con la calidad o disponibilidad de semillas; mejoramiento genético
Estacas de la raíz	Baja	Medio	Cámara de enraizamiento	Limitado a pocas especies
Acodo	Baja	Alto	Ninguna	Limitado a pocas especies
División	Baja	Medio	Ninguna	Bulbos y especies cespitosas
Injerto	Alta	Alto	Invernadero	Huertos semilleros
Micropropagación	Alta	Alto	Cobertizo de transferencia, área de cultivo e invernadero	Mejoramiento genético; especies amenazadas y en peligro de extinción

Fuente: (Sánchez, 2020).

Realizado por: Asqui, M. 2023.

2.2.10 Enraizantes

Un enraizante es un producto que se utiliza en los cultivos para favorecer el crecimiento de las raíces. El enraizante estimula la raíz haciendo que crezca más y mejore sus niveles de absorción de nutrientes y agua. Gracias al uso de enraizantes la planta crece más fuerte y protegida de cualquier daño o adversidad natural por la que se pueda ver afectada, además, la floración será más abundante lo que derivará en una producción de frutos mayor. Existen enraizantes tanto químicos como naturales (IAUSA, 2018, párr. 2).

2.2.11 Tipos de enraizantes

2.2.11.1 Enraizantes naturales

- **Enraizantes de lentejas:** Es un producto que ayuda a los esquejes a echar raíces y también al plantel a establecerse en su nuevo ambiente tras el trasplante; las lentejas tienen unas hormonas vegetales, llamadas auxinas, que favorecen el crecimiento celular, por eso se las utiliza para hacer enraizante casero.
- **Enraizante de canela:** Una opción todavía más sencilla para estimular el crecimiento de las raíces es la canela. Además, este enraizante tiene la ventaja añadida de protector frente al ataque de hongos.
- **Agua de coco como enraizador:** La semilla de coco posee unas soluciones con alto contenido de azúcares, vitaminas, iones inorgánicos, azúcares, ácidos orgánicos, y aminoácidos que ayudan en la formación y síntesis de tejidos nuevos, así como de auxinas (reguladores de crecimiento).
- **Extracto de sábila como enraizador:** El gel de la sábila se usa actualmente como insecticida y repelente de sus larvas, además se conoce que contiene minerales como potasio, fósforo, calcio magnesio que benefician a las plantas. La sábila contiene 14 proteínas, 4 propiedades entre ellas actúa como antioxidante, fungicida, bacteriostático y cicatrizante, que son relevantes durante el enraizamiento para prevención fitosanitaria, se ha corroborado la presencia de auxinas naturales en el gel y su riqueza en aminoácidos (ácido glutámico y arginina), lactatos y ácidos orgánicos (Quiroz, 2021, pp. 5-6).

2.2.11.2 Bioestimulantes enraizantes

- **Sustancias Húmicas:** materiales orgánicos resultantes de reacciones concertadas de varios procesos bióticos y abióticos procedentes de la descomposición de residuos vegetales, animales y microbios, pero también de la actividad metabólica de los microorganismos del

suelo. Existen tres fracciones dentro de las sustancias húmicas que se clasifican de acuerdo a su solubilidad en función del pH: humina (H), ácido húmico (AH) y ácido fúlvico (AF), siendo estos últimos, los más solubles a cualquier pH.

- **Hidrolizados de proteínas (aminoácidos):** mezcla de polipéptidos, oligopéptidos y aminoácidos fabricados a partir de fuente de proteínas de origen animal o vegetal. Actualmente, más del 90% de los hidrolizados de proteína que se venden como bioestimulantes se obtienen a partir de hidrólisis química de proteínas de origen animal.
- **Hongos (Trichoderma):** *Trichoderma* spp. es un género de hongos saprófitos que pertenece a los tipos de hongos que promueven el desarrollo de las plantas y que actualmente consiste en unas 200 especies. Algunas razas de *Trichoderma* pueden entrar en las capas externas del aparato radicular creando una barrera de largo plazo en la rizosfera contra el ataque de patógenos. Algunas de estas razas tienen una acción bioestimulante que las transforman en herramientas adecuadas para ser usadas en agricultura, ayudando tanto a la solubilidad de macro y micronutrientes como la extracción de nutrientes por el sistema radicular y a la translocación a los brotes.
- **Rizobacterias (PGPR):** bacterias endófitas que habitan y colonizan el entorno radicular promoviendo el crecimiento vegetal. Varias familias de estas (*Enterobacter*, *Pseudomonas* sp, *Bradyrhizobium*...) tienen un efecto estimulante utilizando diferentes mecanismos entre los que destacan la producción de compuestos orgánicos volátiles, potenciando la tolerancia a estrés abiótico y produciendo cambios en el contenido hormonal (Sánchez, 2021, pp. 5-6).

2.2.11.3 Hormonas enraizantes comerciales

Entre las materias activas hormonales más habituales se encuentran el ANA (Ácido 1 – Naftilacético) y el AIB (Ácido 3 – Indolbutírico), e incluso mezclados entre ellos. En cuanto a las dosis de composición, son muy bajas, en torno al 0,2% y 0,5%, siendo el resto de material fungicidas y material excipiente (sustancia activa usada para incorporar el principio activo). Pudiendo ser estas en polvo o líquidas (Floresyplantas, 2017, párr. 2-3).

2.2.12 Sustratos

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta (InfoAgro, 2017, párr. 3).

2.2.13 Tipos de sustratos

2.2.13.1 Según sus propiedades

- Sustratos químicamente inertes. Arena granítica o silíceo, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.
- Sustratos químicamente activos. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc. (InfoAgro, 2017, párr. 5-12).

2.2.13.2 Según el origen de los materiales

Materiales orgánicos

- De origen natural. Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica (turba).
- De síntesis. Son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.).
- Subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, serrín y virutas de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.) (Acosta, 2022, párr. 5-10).

Materiales inorgánicos o minerales

- De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos. No son biodegradables (arena, grava, tierra volcánica, etc.).
- Transformados o tratados. A partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos, más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida (perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.).
- Residuos y subproductos industriales. Comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales (escorias de horno alto, estériles del carbón, etc.) (InfoAgro, 2017, párr. 5-12).

2.2.14 Variables a evaluarse en la propagación vegetativa

Porcentaje de prendimiento

Se conoce como prendimiento cuando la plántula reinicia su crecimiento después del trasplante al campo definitivo (La Molina, 2000). En forestal, en lo que se refiere a reproducción asexual por estacas, se puede definir como prendimiento al momento en que la estaca empieza a generar brotes y raíces que aseguren su supervivencia en el sustrato. La determinación del porcentaje de prendimiento se lo realiza contando el número de individuos vivos, usualmente a los 30 días de sembradas las estacas, como lo menciona (Chanchay; 2015, p. 41):

$$\% \text{ prendimiento} = \frac{N_p}{N_i} * 100$$

Donde:

N_p : es el número de plantas prendidas

N_i : es el número de estacas iniciales

De acuerdo a (Portilla, 2012, p. 41), para el prendimiento de estacas de aliso, el mejor sustrato puede ser una mezcla de tierra de páramo y humus en una proporción de 2:1, pudiendo llegar a prendimientos del 58 %. Por otra parte, (Domínguez, 2017, p. 4) y (Vásquez, 2008, p. 72) dicen que el mejor enraizante para el prendimiento de estacas de aliso es el Ácido 3-indolbutírico (AIB) que genera un prendimiento del 87,75 y 72,29 %, respectivamente, a los 90 días de la siembra.

2.2.15 Rebrotos

De acuerdo con (Haas et al, 2019, p. 163), “Entre los mecanismos de regeneración que actúan en los bosques tropicales, el rebrote de árboles predomina en especies leñosas, con la ventaja de reiniciar el crecimiento de raíces establecidas, que permiten restituir el dosel forestal”. Para el caso de reproducción asexual por estacas, se puede decir que el rebrote es la visualización de yemas que aparecen en la estaca después de su establecimiento en el sustrato.

Para la especie aliso, (Portilla, 2012, p. 41) dice que un sustrato en base a una mezcla de tierra de páramo y humus en una proporción de 2:1 genera una mayor cantidad de brotes, con un valor de 3,35 brotes/planta. (Domínguez, 2017, p. 65) menciona que el uso de AIB mejora la cantidad de brotes por estaca, con 3,75 brotes.

2.2.16 Longitud de raíces

El término enraizamiento hace mención al desarrollo de las raíces de las plantas durante todo su ciclo de vida. El enraizamiento es de vital importancia durante las primeras semanas del cultivo, ya que la raíz es la encargada de aportar a la planta soporte, agua y los nutrientes que tanto necesita desde el inicio (Heroga, 2020, párr. 1-3). En base a esto, se considera la longitud de las raíces como un factor importante para determinar la mejor reproducción por estacas.

Para (Portilla, 2012, p. 41), la mayor longitud de raíces se puede obtener con un sustrato en base a una mezcla de tierra de páramo y humus en una proporción de 2:1; mientras que, para (Domínguez, 2017, p. 65) el uso de AIB permite que las raíces sean mucho más largas.

2.2.17 Peso fresco de raíces

Se lo puede definir como el peso medido con ayuda de una balanza inmediatamente después de la extracción de la planta. Para esto se debe tener la consideración de que las raíces no deben presentar restos de tierra por lo que se les debe realizar un lavado y posterior secado, para que el exceso de agua no influya en la medida del peso. (Cabeza y Claassen, 2018, p. 32) mencionan que existe una estrecha relación entre las raíces y la parte aérea de una planta, sabiendo que, a mayor contenido de nutrientes en las raíces, mayor peso, la planta va a tener un mejor desarrollo.

CAPÍTULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la investigación

En el estudio de la propagación vegetativa de aliso utilizando diferentes sustratos y enraizantes en la parroquia Cubijés, se utilizó un enfoque cuantitativo. Este enfoque se basa en la medición y análisis de datos numéricos y estadísticos, lo que permitió obtener información objetiva y precisa sobre el comportamiento de las variables involucradas en el proceso de propagación vegetativa del aliso. En este sentido, se midieron variables como el porcentaje de supervivencia, el número de raíces, la longitud de las raíces y la altura de las plántulas, entre otras. La utilización de este enfoque permitió obtener resultados concretos y medibles, lo que facilitó la interpretación de los datos y la realización de conclusiones precisas y objetivas sobre la efectividad de los sustratos y enraizantes utilizados en el proceso de propagación vegetativa del aliso.

3.2 Nivel de investigación

En el estudio sobre la propagación vegetativa del aliso, se utilizó el nivel exploratorio para investigar y describir los efectos de diferentes sustratos y enraizantes en el éxito de la propagación de las estacas. En este nivel, se emplearon técnicas estadísticas básicas para identificar patrones y relaciones en los datos, como la frecuencia y el porcentaje de enraizamiento en cada uno de los sustratos y enraizantes evaluados.

Además, se utilizó el nivel correlacional para analizar las posibles relaciones entre variables, como el tipo de enraizante y sustrato con el éxito de la propagación vegetativa. Para ello, se emplearon técnicas estadísticas como el análisis de varianza, paramétrico y no paramétrico, y las correspondientes pruebas de separación de medias para determinar la combinación con mejores resultados.

3.3 Diseño de la investigación

3.3.1 Según la manipulación o no de la variable independiente

Se utilizó un diseño experimental para evaluar el efecto de tres sustratos y tres enraizantes en la tasa de enraizamiento de las estacas. En este diseño, se asignaron aleatoriamente las estacas a los diferentes grupos de tratamiento, cada uno con una combinación única de sustrato y enraizante. Luego, se midió la tasa de enraizamiento de las estacas en cada grupo después de un período de cuatro meses. De esta manera, se pudo evaluar la efectividad de diferentes combinaciones de sustratos y enraizantes en la propagación vegetativa del aliso. Este diseño experimental permitió establecer relaciones causales entre las variables independientes (sustratos y enraizantes) y la variable dependiente (tasa de enraizamiento, etc.), lo que ayudó a determinar qué combinaciones de sustratos y enraizantes eran más efectivas para la propagación vegetativa del aliso.

3.3.2 Según las intervenciones en el trabajo de campo

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en un vivero ubicado en la Parroquia Cubijíes. El DBCA es un diseño experimental que permite controlar la variabilidad que puede surgir en el estudio debido a factores externos no controlados, como las variaciones en las condiciones ambientales o las diferencias en el material de siembra. En este caso, se buscó minimizar los efectos de estas variables mediante la división del vivero en bloques homogéneos en cuanto a las condiciones de luz, humedad y temperatura. Luego, se asignaron al azar los tratamientos (tipos de sustrato y enraizantes) a cada bloque, de manera que cada tratamiento se aplicara en igual número de bloques. De esta forma, se logró obtener resultados precisos y confiables en la evaluación de la eficacia de los diferentes tratamientos en la propagación vegetativa del aliso.

3.4 Tipo de estudio

El estudio fue de tipo experimental con manipulación de variables. La variable independiente fue la combinación de los tres tipos de sustratos y tres tipos de enraizantes utilizados en el experimento. Se tomaron medidas de la variable dependiente, que fue el

porcentaje de enraizamiento de las estacas de aliso, etc. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en un vivero para asegurar la distribución equitativa de las estacas en los distintos tratamientos. Cada tratamiento se repitió tres veces para garantizar la validez y la precisión de los resultados obtenidos. Los datos recolectados fueron analizados mediante pruebas estadísticas para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos y para identificar cuál de ellos produjo los mejores resultados.

3.5 Localización del área de estudio

La presente investigación se realizó en la parroquia Cubijíes, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. En las coordenadas 1°37'40" S, 78°33'34" O, a la altitud de 2500 m s.n.m.

3.6 Ubicación geográfica del área de estudio

La presente investigación se realizó en la parroquia Cubijíes, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. En las coordenadas 1°37'40" S, 78°33'34" O, a la altitud de 2500 m s.n.m.

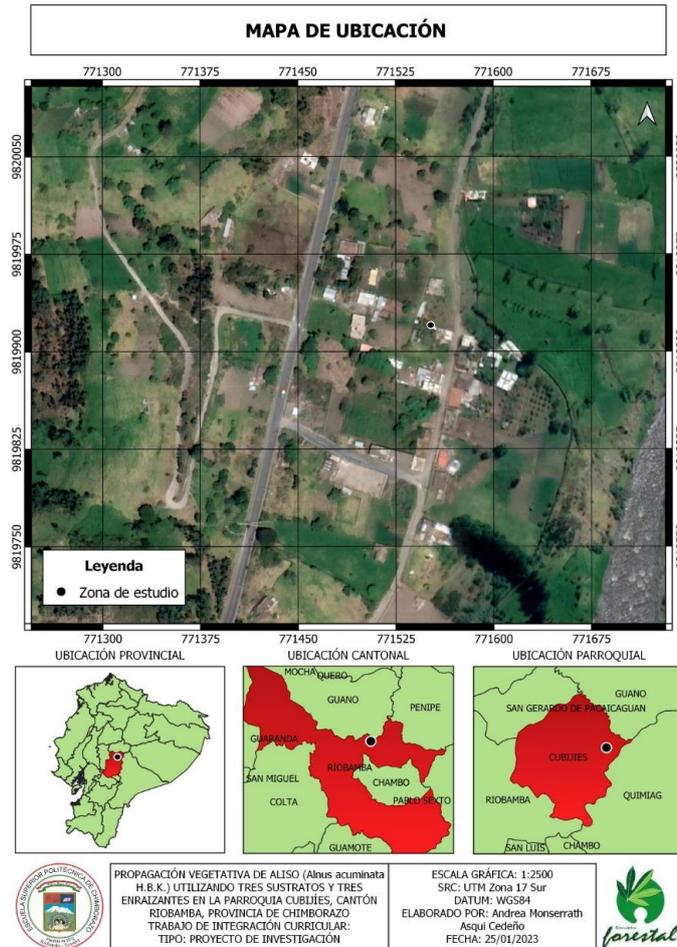


Ilustración 1-3: Ubicación geográfica del área de estudio

Fuente: (Google Maps, 2023).

Realizado por: Asqui, M. 2023.

3.7 Materiales y equipos

3.7.1 Materiales y equipos de escritorio

- Libreta de campo
- Lápiz
- Tablero
- Letreros
- Sustratos preparados de manera manual
- Fundas de 4x6 cm
- Regadera
- Carretilla
- Pala
- Marcadores

3.7.2 Equipos

- Cámara fotográfica
- Computadora
- Internet
- Programa estadístico (SPSS)

3.8 Metodología

3.8.1 Establecimiento del estudio

- Recolección del material vegetativo, 270 estacas biseladas, en ángulo de 45 °, de aliso de entre 19 a 25 cm de largo y de alrededor de 2 cm de diámetro con 3 a 4 yemas para rebrotes, en el sector Pungal Santa Marianita.
- Preparación de enraizantes: el agua sirvió para sumergir la punta de la estaca por 10 minutos para incentivar la absorción de líquidos por parte de los tejidos conductores, para luego sembrar en los sustratos. Para el enraizante de miel de abeja, se la mezcló con agua hirviendo en una proporción de 1:2 tazas, respectivamente; seguido, se la dejó enfriar y se la usó para el estudio, sumergiendo las estacas y subsecuentemente sembrándolas en el sustrato. Para el ácido naftalenacetico, se usó una cantidad de 400 mg/L de agua para su preparación, para luego sumergir las estacas y colocarlas en el sustrato.
- Preparación de sustratos: se usó el sustrato de 100 % arena como primer sustrato. Para el segundo sustrato se mezcló 50 % tierra negra, 25 % arena y 25 % turba en base a carretilladas en una proporción de 2:1:1, respectivamente. Para el tercer sustrato se mezclaron en partes iguales la tierra negra y la turba, en una relación 1:1 carretillas, respectivamente.
- Desinfección del sustrato: cada sustrato preparado se desinfectó con Vitavax, disolviendo 30 g del producto por cada litro de agua necesaria, la mezcla se regó abundantemente en los sustratos y se dejó actuar por una hora antes del enfundado
- Llenado de fundas de 4 cm x 6 cm.
- Preparación de estacas con enraizante de acuerdo a los tratamientos para su posterior siembra en los sustratos.
- Se regó periódicamente de 3 a 4 veces a la semana, dependiendo de la humedad del sustrato

3.9 Diseño de la investigación

3.9.1.1 Diseño experimental

Se usó un diseño de bloques completo al azar con arreglo bifactorial y triple repetición.

3.10 Factores en estudio

Factor A (enraizantes): A1: agua

A2: miel de abeja

A3: ácido naftalenacetico

Factor B (sustratos):

B1: arena 100 %

B2: 50 % tierra negra, 25 % arena y 25 % turba

B3: 50 % tierra negra y 50 % turba

3.10.1 Tratamientos en estudio

Tabla 1-3: Tratamientos en estudio

Tratamientos	Códigos	Descripción
T1	A1B1	Agua; arena 100 %
T2	A2B1	Miel de abeja; arena 100 %
T3	A3B1	Ácido naftalenacetico; arena 100 %
T4	A1B2	Agua; 50 % tierra negra, 25 % arena y 25 % turba
T5	A2B2	Miel de abeja; 50 % tierra negra, 25 % arena y 25 % turba
T6	A3B2	Ácido naftalenacetico; 50 % tierra negra, 25 % arena y 25 % turba
T7	A1B3	Agua; 50 % tierra negra y 50 % turba
T8	A2B3	Miel de abeja; 50 % tierra negra y 50 % turba
T9	A3B3	Ácido naftalenacetico; 50 % tierra negra y 50 % turba

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

3.10.2 Distribución de tratamientos por bloque en fase de vivero

Tabla 2-3: Esquema de tratamiento por bloque

Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
T6	T8	T4
T3	T2	T1
T9	T5	T2

T4	T6	T9
T2	T1	T7
T8	T7	T5
T5	T3	T6
T1	T9	T8
T7	T4	T3

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

3.10.3 Esquema de Análisis de Varianza

Tabla 3-3: Esquema de análisis de varianza de acuerdo al diseño experimental

Fuente de variación (F.V.)	Fórmula	Grados de Libertad
Total	n-1	26
Repeticiones	r-1	2
Factor tratamientos enraizantes	a-1	2
Factor sustratos	b-1	2
Enraizantes por sustratos	(a-1) (b-1)	4
Error	(t-1) (r-1)	16
CV		

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

3.10.4 Cumplimiento del objetivo 1

Para la determinación del porcentaje de prendimiento se contaron las plantas prendidas a los 30 días. Con los datos se calculó el porcentaje de prendimiento siguiendo la fórmula de Chanchay (2015):

$$\% \text{ prendimiento} = \frac{N_p}{N_i} * 100$$

Donde:

N_p: es el número de plantas prendidas

N_i: es el número de estacas iniciales

3.10.5 Cumplimiento del objetivo 2

Para el objetivo 2 se estudiaron las siguientes variables dependientes:

1. Número de brotes

Se evidenció el primer día en el que se encontraron brotes completamente formados y un mes después se realizó el conteo de brotes y se repitió esta medición mensualmente durante tres meses.

2. Altura de planta

A la par del conteo de número de brotes se midieron las alturas de las plantas cada mes durante tres meses.

3. Largo de raíces

Una vez culminado el tiempo de estudio de brotes y alturas se retiraron del sustrato 10 plantas de aliso por cada tratamiento, se las limpió con agua destilada hasta dejar las raíces descubiertas procurando que no se rompan, se las estiró sobre una superficie plana y con ayuda de una regla se midió el largo desde la base de formación de raíces hasta la punta de la raíz más larga.

4. Peso fresco de raíces

Inmediatamente después de la medición del largo de las raíces, a las mismas plantas se le midió el peso fresco de la raíz, desprendiendo las raíces del tallo y utilizando una balanza analítica, esto para evitar el secado de las raíces y que la pérdida de humedad afecte el peso.

3.10.6 Cumplimiento del objetivo 3

Para determinar el mejor tratamiento, se lo hizo mediante el análisis estadístico de los datos, el tratamiento con la mayor media que presente diferencias estadísticamente significativas del resto de tratamientos se lo consideró como el tratamiento más favorable para la propagación vegetativa de *A. acuminata*.

3.10.7 Análisis de datos

Para el análisis de resultados se realizó el siguiente procedimiento descrito en la Ilustración 2-3, mediante el software Infostat; donde, partiendo de un análisis de varianza (ANOVA) se generaron los residuos para la prueba de normalidad y homocedasticidad, si se cumplió el supuesto de p-valor $> 0,05$ se interpretó favorablemente el ANOVA realizado. Cuando se cumplió el p-valor $< 0,05$ se hizo una transformación logarítmica de los datos, los cuales se emplearon para un nuevo

ANOVA y se repitió el proceso hasta analizar los supuestos, si se cumplió un p -valor $< 0,05$ se realizó una prueba de Friedman que es la prueba no paramétrica para el DBCA.

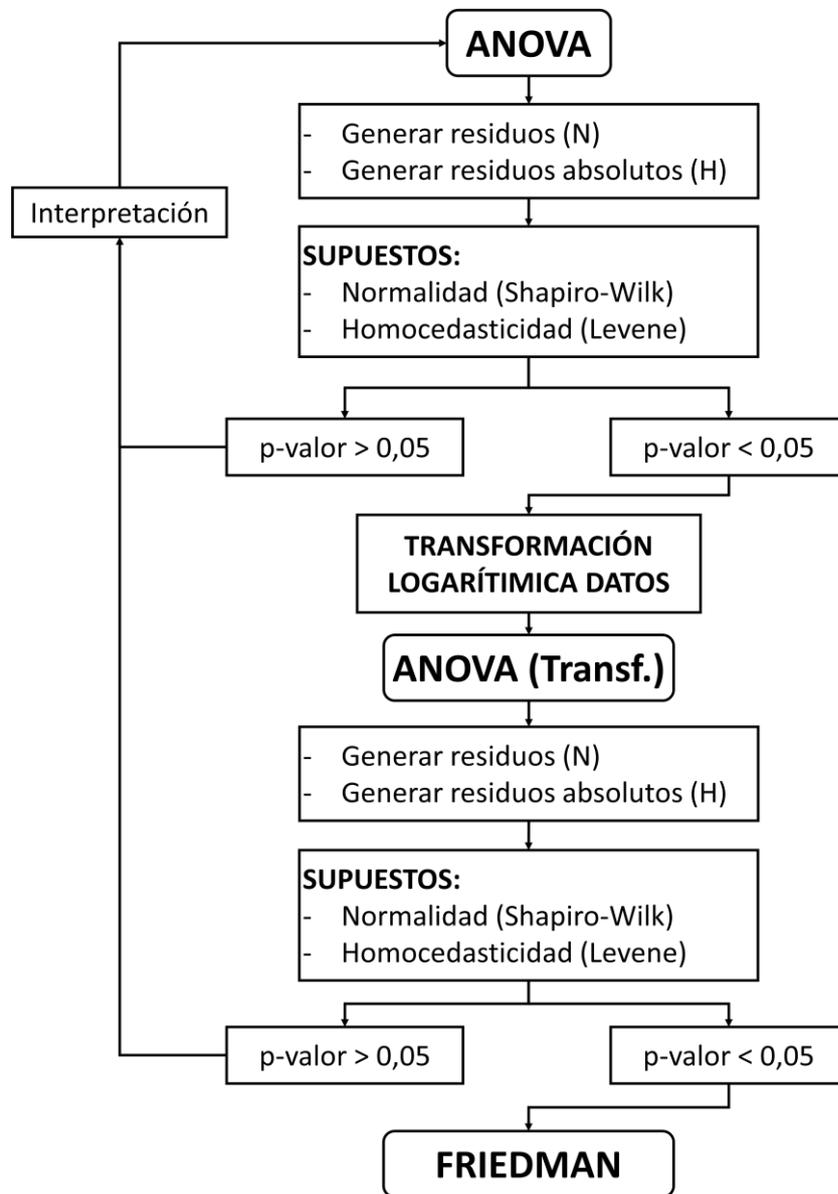


Ilustración 2-3: Diagrama de flujo del proceso de análisis de resultados
Fuente: (Tagua, 2023).
Realizado por: Asqui, M. 2023.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS

4.1 Pruebas de normalidad y homocedasticidad de los datos

Las pruebas de normalidad mostraron que todas las variables presentan un p-valor mayor a 0,05 por lo que se confirma una distribución normal en los datos; por el contrario, la prueba de homocedasticidad mostró que la mayoría de las variables dependientes tuvieron un p-valor menor a 0,05, por lo que a estos datos se aplicó la prueba de Friedman. Las variables, altura medición 1 y 3, presentaron también homocedasticidad por lo que se aplicó un análisis de varianza.

Tabla 1-4: Resultados de la prueba de normalidad y homocedasticidad de los datos

Variable	Normalidad					Homocedasticidad				
	n	Media	D.E.	W*	p-valor	SC	gl	CM	F	p-valor
prendimiento 30 días	27	0,00	0,19	0,94	0,4152	65,33	14	4,67	2,90	0,0362
brotos med 1	27	0,00	0,28	0,91	0,0674	0,43	14	0,03	2,75	0,0432
brotos med 2	27	0,00	0,37	0,95	0,5889	1,11	14	0,08	12,37	<0,0001
brotos med 3	27	0,00	0,37	0,96	0,6809	0,91	14	0,07	2,85	0,0385
altura med 1	27	0,00	0,49	0,95	0,4996	1,36	14	0,10	1,63	0,2017
altura med 2	27	0,00	0,68	0,98	0,9576	4,57	14	0,33	8,48	0,0003
altura med 3	27	0,00	0,31	0,96	0,6170	0,65	14	0,05	2,03	0,1132
largo raíz	27	0,00	0,24	0,95	0,4152	0,40	14	0,03	3,55	0,0170
peso fresco raíz	27	0,00	0,18	0,95	0,5831	0,27	14	0,03	4,17	0,0057

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

4.2 Prendimiento 30 días

La prueba de Friedman para el prendimiento a los 30 días mostró un p-valor menor a 0,05 por lo que se interpretó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

Tabla 2-4: Prueba de Friedman para el prendimiento a los 30 días

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T ²	p
3,33	4,67	7,00	3,83	3,67	8,00	2,17	3,83	8,50	5,30	0,0023

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

La prueba de separación de medias de la prueba de Friedman separó en 7 grupos las medias de los tratamientos, teniendo que los mayores porcentajes de prendimiento con diferencias significativas a los de los otros tratamientos se presentaron en el T6 y T9, con un prendimiento del 86,67% y 90%, respectivamente.

Tabla 3-4: Separación de medias de la prueba de Friedman del prendimiento a los 30 días

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	% PRENDIMIENTO	n								
T7	6,50	2,17	46,67%	3	A							
T1	10,00	3,33	53,33%	3	A	B						
T5	11,00	3,67	60,00%	3	A	B	C					
T4	11,50	3,83	56,67%	3	A	B	C	D				
T8	11,50	3,83	56,67%	3	A	B	C	D	E			
T2	14,00	4,67	60,00%	3	A	B	C	D	E	F		
T3	21,00	7,00	80,00%	3							F	G
T6	24,00	8,00	86,67%	3								G
T9	25,50	8,50	90,00%	3								G

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

(Portilla, 2012, p. 29), en su estudio realizado en la zona baja de Zuleta, parroquia La Esperanza, entre 2400 y 3000 m s.n.m., una temperatura de 12 a 18 °C y una precipitación de 50 a 250 mm, menciona que obtuvo un prendimiento del 58 % de estacas en un sustrato de tierra de paramo y

humus 2:1 a los 50 días. Mientras que, (Domínguez, 2017, p. 54) determinó un porcentaje de prendimiento del 83,5 % a los 60 días para un tratamiento con Ácido 3-indol-butírico AIB en la localidad de Huacrachuco, Perú, en condiciones de 2 920 m s.n.m. de altitud, una temperatura promedio de 14,5 °C y humedad relativa del 60 %, con un sustrato de tierra de vivero, tierra de páramo, humus y arena de río en una proporción 2:1:1:2. Estos valores se pueden evidenciar cercanos a los obtenidos en la presente investigación, el porcentaje de 58 % de Portilla se asemeja a los presentados por los tratamientos T1, T2, T4, T5 y T8; mientras que, el valor de 83,5 % de Domínguez es similar a los valores de los tratamientos T3, T6 y T9, correspondientes al Ácido naftalenacético.

4.3 Numero de brotes

4.3.1 Número de brotes medición 1

La prueba de Friedman para el número de brotes de la medición 1 mostró un p-valor menor a 0,05 por lo que se interpretó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

Tabla 4-4: Prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 1

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T ²	p
3,67	2,50	3,50	4,67	6,67	8,67	4,67	2,50	8,17	9,56	0,0001

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

La prueba de separación de medias de la prueba de Friedman separó en 7 grupos las medias de los tratamientos, teniendo que los mayores números de brotes con diferencias significativas a los de los otros tratamientos se presentaron en el T9 y T6, con un promedio de 2,67 y 3 brotes por planta, respectivamente.

Tabla 5-4: Separación de medias de la prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 1

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	MEDIA	n								
T8	7,50	2,50	0,33	3	A							
T2	7,50	2,50	0,33	3	A	B						
T3	10,50	3,50	0,67	3	A	B	C					
T1	11,00	3,67	0,67	3	A	B	C	D				
T4	14,00	4,67	1,00	3	A	B	C	D	E			
T7	14,00	4,67	1,00	3	A	B	C	D	E	F		

T5	20,00	6,67	1,67	3						E	F	G
T9	24,50	8,17	2,67	3								G
T6	26,00	8,67	3,00	3								G

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

4.3.2 Número de brotes medición 2

La prueba de Friedman para el número de brotes de la medición 2 mostró un p-valor menor a 0,05 por lo que se interpretó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

Tabla 6-4: Prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 2

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T ²	p
2,83	4,17	2,83	4,17	5,17	9,00	6,50	2,83	7,50	8,28	0,0002

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

La prueba de separación de medias de la prueba de Friedman separó en 8 grupos las medias de los tratamientos, teniendo que el mayor número de brotes con diferencias significativas a los de los otros tratamientos se presentó en el T6, con un promedio de 5,33 brotes por planta.

Tabla 7-4: Separación de medias de la prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 2

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	MEDIA	n								
T8	8,50	2,83	1,00	3	A							
T3	8,50	2,83	1,00	3	A	B						
T1	8,50	2,83	1,00	3	A	B	C					
T4	12,50	4,17	1,33	3	A	B	C	D				
T2	12,50	4,17	1,33	3	A	B	C	D	E			
T5	15,50	5,17	1,67	3				D	E	F		
T7	19,50	6,50	2,00	3						F	G	
T9	22,50	7,50	3,33	3							G	H
T6	27,00	9,00	5,33	3								H

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

4.3.3 Número de brotes medición 3

La prueba de Friedman para el número de brotes de la medición 3 mostró un p-valor menor a 0,05 por lo que se interpretó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

Tabla 8-4: Prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 3

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T ²	p
3,50	1,83	1,83	3,50	5,83	9,00	7,00	4,67	7,83	32,58	<0,0001

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

La prueba de separación de medias de la prueba de Friedman separó en 8 grupos las medias de los tratamientos, teniendo que el mayor número de brotes con diferencias significativas a los de los otros tratamientos se presentó en el T6, con un promedio de 7 brotes por planta.

Tabla 9-4: Separación de medias de la prueba de Friedman para el numero de brotes de la medición 3

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	MEDIA	n										
T3	5,50	1,83	1,67	3	A									
T2	5,50	1,83	1,67	3	A	B								
T4	10,50	3,50	2,67	3			C							
T1	10,50	3,50	2,67	3			C	D						
T8	14,00	4,67	3,33	3			C	D	E					
T5	17,50	5,83	3,67	3					E	F				
T7	21,00	7,00	4,67	3						F	G			
T9	23,50	7,83	5,67	3							G	H		
T6	27,00	9,00	7,00	3									H	

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

(Padilla, 2012, p. 37) menciona una cantidad de brotes a los 50 días de 3,35 con un sustrato de tierra de paramo y humus 2:1. Mientras que (Domínguez, 2017, p. 56) menciona haber obtenido 3,75 brotes a los 90 días con un tratamiento de Ácido 3-indol-butírico AIB. Los valores obtenidos en la presente investigación superan a los registrados por Padilla y Domínguez, con el valor más alto de 7 brotes por estaca en el tratamiento T6 a los 90 días.

4.4 Altura de las plantas

4.4.1 Altura de plantas medición 1

El análisis de varianza de la altura de plantas de la medición 1 generó un p-valor mayor a 0,05 por lo que se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

Tabla 10-4: Análisis de varianza para la altura de las plantas de la medición 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,40	14	0,81	1,55	0,2251
Tratamiento	10,16	8	1,27	2,42	0,0809
Factor A	0,89	2	0,44	0,85	0,4532
Factor B	0,00	0	0,00	sd	sd
Factor A*Factor B	0,35	4	0,09	0,17	0,9508
Error	6,29	12	0,52		
Total	17,69	26			

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

4.4.2 Altura de plantas medición 2

La prueba de Friedman para la altura de las plantas de la medición 1 mostró un p-valor menor a 0,05 por lo que se interpretó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

Tabla 11-4: Prueba de Friedman para la altura de las plantas de la medición 2

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T ²	p
4,00	1,33	3,33	5,33	6,83	9,00	4,33	3,33	7,50	6,76	0,0006

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

La prueba de separación de medias de la prueba de Friedman separó en 7 grupos las medias de los tratamientos, teniendo que la mayor altura de planta con diferencias significativas a los de los otros tratamientos se presentó en el T6, con un promedio de 35 cm de altura.

Tabla 12-4: Separación de medias de la prueba de Friedman para la altura de las plantas de la medición 2

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	MEDIA	n						

T2	4,00	1,33	30,90	3	A						
T8	10,00	3,33	31,93	3	A	B					
T3	10,00	3,33	32,13	3	A	B	C				
T1	12,00	4,00	32,80	3	A	B	C	D			
T7	13,00	4,33	32,53	3		B	C	D	E		
T4	16,00	5,33	33,00	3		B	C	D	E	F	
T5	20,50	6,83	33,40	3					E	F	G
T9	22,50	7,50	33,83	3						F	G
T6	27,00	9,00	35,00	3							G

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

4.4.3 Altura de plantas medición 3

El análisis de varianza de la altura de plantas de la medición 3 generó un p-valor menor a 0,05 por lo que se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

Tabla 13-4: Análisis de varianza para la altura de las plantas de la medición 3

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	63,53	14	4,54	21,90	<0,0001
Tratamiento	62,96	8	7,87	37,98	<0,0001
Factor A	0,16	2	0,08	0,38	0,6937
Factor B	0,00	0	0,00	sd	sd
Factor A*Factor B	0,42	4	0,10	0,50	0,7344
Error	2,49	12	0,21		
Total	66,02	26			

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

La prueba de Tukey separó en 3 grupos las medias de los tratamientos, teniendo que el tratamiento T7 fue el que obtuvo la mayor media estadísticamente diferente de los demás tratamientos, con una altura de planta promedio de 71,83 cm.

Tabla 14-4: Prueba de Tukey para la altura de las plantas de la medición 3

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
T5	37,37	3	0,29	A		
T1	37,57	3	0,29	A		

T3	37,63	3	0,29	A		
T2	37,67	3	0,29	A		
T6	37,77	3	0,29	A		
T4	37,93	3	0,29	A		
T9	40,03	3	0,29		B	
T8	40,33	3	0,29		B	
T7	41,83	3	0,29			C

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

(Casigña, 2022, p. 26) menciona promedios de altura de *A. acuminata* desde los 67 hasta 71,58 cm a los 75 días, en un estudio donde inoculó sepas de *Trichoderma* spp.; a diferencia de lo obtenido en esta investigación, donde la altura máxima obtenida a los 90 días fue de solo 41,83 cm.

4.5 Largo de raíz

La prueba de Friedman para el largo de raíz mostró un p-valor menor a 0,05 por lo que se interpretó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

Tabla 15-4: Prueba de Friedman para el largo de la raíz

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T²	p
1,50	3,83	2,67	6,17	5,00	6,67	8,33	6,67	4,17	3,62	0,0137

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

La prueba de separación de medias de la prueba de Friedman separó en 5 grupos las medias de los tratamientos, teniendo que el mayor largo de raíz con diferencias significativas a los de los otros tratamientos se presentó en el T7, con un promedio de 8,27 cm de largo.

Tabla 16-4: Separación de medias de la prueba de Friedman del largo de la raíz

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	MEDIA	n						
T1	4,50	1,50	7,20	3	A					
T3	8,00	2,67	7,37	3	A	B				
T2	11,50	3,83	7,47	3	A	B	C			
T9	12,50	4,17	7,63	3	A	B	C	D		
T5	15,00	5,00	7,70	3		B	C	D	E	
T4	18,50	6,17	8,00	3			C	D	E	
T6	20,00	6,67	8,00	3			C	D	E	

T8	20,00	6,67	7,87	3			C	D	E
T7	25,00	8,33	8,27	3					E

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

(Padilla, 2012, p. 35) menciona que a los 50 días obtuvo un largo de raíces de 6,9 cm, siendo mayor los encontrados en este estudio a los 90 días con un promedio de 8,27 cm; por el contrario, (Domínguez, 2017, p. 56) en el mismo tiempo de estudio presentó una mayor longitud de raíz de 15,42 cm en el uso de Ácido 3-indol-butírico AIB.

4.6 Peso fresco de raíz

La prueba de Friedman para el peso fresco de raíz mostró un p-valor menor a 0,05 por lo que se interpretó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

Tabla 17-4: Prueba de Friedman para el peso de la raíz

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T ²	p
1,17	2,17	4,17	6,83	3,33	4,83	9,00	5,50	8,00	23,50	<0,0001

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

La prueba de separación de medias de la prueba de Friedman separó en 8 grupos las medias de los tratamientos, teniendo que el mayor peso fresco de raíz con diferencias significativas a los de los otros tratamientos se presentó en el T7, con un promedio de 17,43 g.

Tabla 18-4: Separación de medias de la prueba de Friedman para el peso de la raíz

Tratamiento	Suma(Ranks)	Media(Ranks)	MEDIA	n									
T1	3,50	1,17	5,31	3	A								
T2	6,50	2,17	5,70	3	A	B							
T5	10,00	3,33	6,50	3		B	C						
T3	12,50	4,17	8,03	3			C	D					
T6	14,50	4,83	10,00	3			C	D	E				

T8	16,50	5,50	11,30	3					D	E	F		
T4	20,50	6,83	12,67	3							F	G	
T9	24,00	8,00	16,67	3								G	H
T7	27,00	9,00	17,43	3									H

Fuente: Investigación de campo, 2023.

Realizado por: Asqui, M. 2023.

(Casigña, 2020, p. 40), menciona pesos de raíces a los 75 días de 38,88 a 56,94 g en su estudio con cepas de *Trichoderma* spp. En el presente estudio, el mayor peso de raíz en fresco fue de 17,43 g, estando muy por debajo de lo registrado por Casigña.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El Ácido naftalenacetico presentó mejores características para las variables estudiadas de prendimiento, número de brotes, altura de planta, largo y peso fresco de raíz, para el caso de enraizamiento de *Alnus acuminata*.

El tipo de sustrato usado que presentó mayor significancia para la propagación vegetativa de *Alnus acuminata* consistió en una mezcla de 50 % tierra negra y 50 % turba, permitiéndole un mayor porcentaje de prendimiento, altura de planta, largo de raíz y peso fresco de raíz. El sustrato de 50 % tierra negra, 25 % arena y 25 % turba presentó mejores propiedades para las variables número de brotes.

La mejor combinación de enraizante y sustrato para la propagación vegetativa de *Alnus acuminata* en la parroquia Cubijíes fue la de Ácido naftalenacetico con un sustrato consistente en 50 % tierra negra y 50 % turba.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda comparar el uso de otros enraizantes químicos con *Alnus acuminata* en diferentes zonas de estudio para comprender la mejor acción de propagación vegetativa de acuerdo a las condiciones ambientales propias de diferentes localidades.

También, es propicio el estudio del uso y comparación de diferentes sustratos y proporciones de formulación para lograr un mejor desarrollo de las plantas de interés forestal.

BIBLIOGRAFÍA

AULESTIA, E., JIMÉNEZ, L., QUIZHPE, J. Y CAPA-MORA, D. “Alnus acuminata kunth: una alternativa de reforestación y fijación de dióxido de carbono”. *Bosques Latitud Cero*, 2018. 8(2), pp. 64 -74

CABEZA, R. & CLAASSEN, N. “Sistemas radicales de cultivos: extensión, distribución y crecimiento”. *Agro Sur*, 2017. 45(2), pp. 31-45.

CASIGNA, J. Uso de trichoderma spp. como bioestimulante en ochroma pyramidale, salix alba y alnus acuminata a nivel de vivero en la provincia de Chimborazo [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2022. pp. 26 [Consulta 2023-05-15]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16118/1/33T00356.pdf>

CHANCHAY, A. Comportamiento de tres especies forestales y su reproducción por el método de pseudoestacas a nivel de vivero. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Estatal del sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. 2015. pp. 34. [Consulta 2023-05-18]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/94/1/CHANCA%20ANTONIO%20ALFREDO.pdf>

CONABIO. “Alnus acuminata.” *Nova Genera et Species Plantarum*. n°2 (2015), (México) pp. 48-48

DOMÍNGUEZ, J. Efecto de enraizadores en la propagación por estaca del aliso (alnus acuminata), en condiciones de vivero en la localidad de - huacrachuco – 2016. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, Huacrachuco, Perú. 2017. pp. 65. [Consulta 2023-05-01]. Disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/4383/TAG00763D88.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ECUADORFORESTAL. “Ficha Técnica No. 1. Aliso”. *Ecuador Forestal*. n°1 (2010), (Ecuador) pp. 31-32

FLORESYPLANTAS. *Hormonas de enraizamiento* [blog]. [Consulta 2023-05-12]. Disponible en: <https://www.floresyplantas.net/hormonas-de-enraizamiento/>

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL CUBIJIES. *Producción de la Parroquia.* [blog]. [Consulta 2023-05-11]. Disponible en: <https://www.cubijies.gob.ec/la-parroquia/economia.html>

HASS, M. “Rebrote arbóreo en la regeneración del bosque tropical de Calakmul, Campeche, México”. *Revista de Biología Tropical*, 2019. 67(1), pp.164-181.

HEROGA. *La importancia del buen enraizamiento.* [blog]. [Consulta 2023-05-12]. Disponible en: <https://herograespeciales.com/la-importancia-del-buen-enraizamiento/>

IAUSA. *¿Qué es un enraizante?.* [blog]. [Consulta 2023-05-08]. Disponible en: <https://iausa.com.mx/que-es-un-enraizante/>

INFOAGRO. *Tipos de sustratos de cultivo.* [blog]. [Consulta 2023-05-14]. Disponible en: https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.html

LA MOLINA. *Glosario de términos hortícolas.* [blog]. [Consulta 2023-05-02]. Disponible en: [http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/16-p195%20a%20p202%20\(Glosario%20y%20Bibliografia\).pdf](http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/16-p195%20a%20p202%20(Glosario%20y%20Bibliografia).pdf)

MONTAÑO, D. *Nuevo estudio: en los últimos 26 años Ecuador ha perdido más de 2 millones de hectáreas de bosque.* [blog]. [Consulta 2023-05-02]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2021/03/nuevo-estudio-en-los-ultimos-26-anos-ecuador-ha-perdido-mas-de-2-millones-de-hectareas-de-bosque/>

PACHECO, E. & QUISBERT, A. “Modelos de aprovechamiento sostenible del Aliso (*Alnus Acuminata* Kunth) en zona de ladera de bosque de niebla”. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 2016. 4(1), pp. 24–38.

PORTILLA, D. Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2012. pp. 41. [Consulta 2023-04-29]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2119/1/03FOR003TESIS.pdf>

QUIROZ, L. Análisis de efectividad de los diferentes tipos de enraizantes naturales para la agricultura [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador. 2021. pp. 28. [Consulta 2023-05-04]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6320/1/UPSE-TIA-2021-0068.pdf>

SÁNCHEZ, J. “Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor”. *Propagación Vegetativa*, n°6 (2020), (Ecuador) pp. 118-151.

SÁNCHEZ, I. *¿Qué son los bioestimulantes con efecto enraizante?*. [blog]. [Consulta 2023-05-11]. Disponible en: <https://sembralia.com/blogs/blog/bioestimulantes-enraizante>

SIERRA, R., CALVA, O. & GUEVARA, A. *La Deforestación en el Ecuador, 1990-2018. Factores promotores y tendencias recientes*. [blog]. [Consulta 2023-05-14]. Disponible en: https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/06/Deforestación_Ecuador_com2.pdf

SILVA-, A., GARAY, S. & GÓMEZ, A. “Impacto de *Alnus acuminata* Kunth en los flujos de NO₂ y calidad del pasto *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov”. *Colombia Forestal*, 2018. 21(1), pp. 47–57.

VÁSQUEZ, S. (2008). Efecto de las auxinas IBA y ANA en el enraizamiento de estacas forestales de las especies *Alnus acuminata* y *Polylepis racemosa* Cayambe 2008. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Quito, Ecuador. 2008. pp. 22. [Consulta 2023-05-18]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6749/1/UPS-YT00022.pdf>



ANEXOS

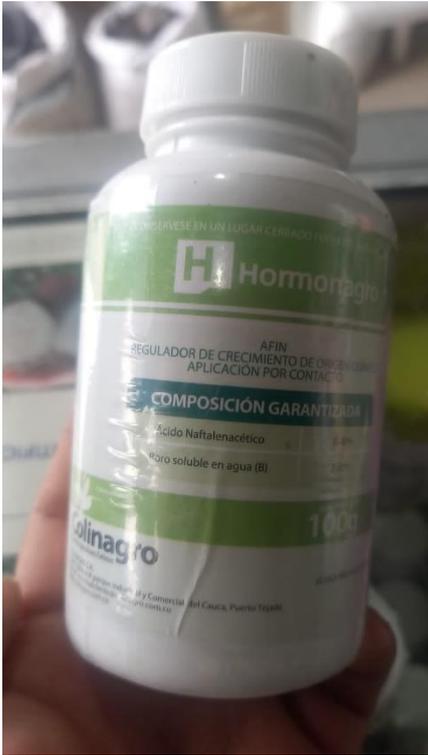
ANEXO A: LUGAR DE ESTUDIO, INVERNADERO



ANEXO B: PREPARACIÓN DE SUSTRATOS



ANEXO C: ENRAIZANTE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO



ANEXO D: DISTRIBUCIÓN EN CAMPO DEL ESTUDIO







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: 28 / 07 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: ANDREA MONSERRATH ASQUI CEDEÑO
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: RECURSOS NATURALES
Carrera: INGENIERÍA FORESTAL
Título a optar: INGENIERA FORESTAL
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



1446-DBRA-UTP-2023