

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

**TESIS PARA OBTENER
EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL**

**EFECTO DE DOS ENRAIZADORES NATURALES EN LA
PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ALISO (*Alnus
acuminata* Kunth) EN VIVERO, AMAZONAS-PERÚ.**

Autor: Bach. Ramy Hanmer Rojas Briceño

Asesor: M. Sc. Alex Wilfredo Huatay Saldaña

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2024



ANEXO 3-H

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM

1. Datos de autor 1

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): Rojas Briceno Romy Hammer
DNI N°: 71805713
Correo electrónico: 7180571372@untrm.edu.pe
Facultad: Ingeniería y Ciencias Agrarias
Escuela Profesional: Ingeniería Forestal

Datos de autor 2

Apellidos y nombres (tener en cuenta las tildes): _____
DNI N°: _____
Correo electrónico: _____
Facultad: _____
Escuela Profesional: _____

2. Título de la tesis para obtener el Título Profesional

Efecto de dos enraizadores naturales en la propagación vegetativa de Aliso (Alnus Aluminata Kunth) en vivero, Amazonas - Perú.

3. Datos de asesor 1

Apellidos y nombres: Huatay Saldana Alex Wilfredo
DNI, Pasaporte, C.E N°: 43561176
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) 0000-0002-0577-7375

Datos de asesor 2

Apellidos y nombres: _____
DNI, Pasaporte, C.E N°: _____
Open Research and Contributor-ORCID (<https://orcid.org/0000-0002-9670-0970>) _____

4. Campo del conocimiento según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos- OCDE (ejemplo: Ciencias médicas, Ciencias de la Salud-Medicina básica-Immunología)

https://catalogos.concytec.gob.pe/vocabulario/ocde_ford.html 4.01.02 - Forestal

5. Originalidad del Trabajo

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

6. Autorización de publicación

El(los) titular(es) de los derechos de autor otorga a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), la autorización para la publicación del documento indicado en el punto 2, bajo la *Licencia creative commons* de tipo BY-NC: Licencia que permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial por lo que la Universidad deberá publicar la obra poniéndola en acceso libre en el repositorio institucional de la UNTRM y a su vez en el Registro Nacional de Trabajos de Investigación-RENATI, dejando constancia que el archivo digital que se está entregando, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador.

Chachapoyas, 21 / marzo / 2024

[Firma]
Firma del autor 1

Firma del autor 2

[Firma]
Firma del Asesor 1

Firma del Asesor 2

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico con mucho amor para mi madre, desde el cielo por cuidarme y bendecirme llevándome por el camino del bien.

A mi padre Agustín Rojas y a mis hermanos por su apoyo absoluto en cada etapa de mi carrera profesional y así cumplir mis metas propuestas.

A todos mis familiares que son lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado la salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Al Ing. M. Sc. Alex Huatay Saldaña, por brindarme la posibilidad de asistir a su capacidad y entendimiento, así como además haberme brindado tiempo y paciencia para guiarme a lo largo de toda la fase de investigación de la tesis en condición de asesor.

A la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por haberme permitido formarme en sus aulas, a todos los profesores por haberme impartido sus conocimientos durante nuestra estancia en esta casa de estudios y a mis compañeros por brindarme su amistad, comprensión, apoyo y conocimientos a lo largo de mi etapa profesional.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

Ph.D. JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector Académico

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

Vicerrectora de Investigación

DR. ERICK ALDO AUQUIÑIVÍN SILVA

Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL

PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

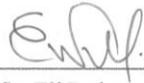
El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada Efecto de dos enraizadores naturales en la propagación vegetativa de Aliso (Alnus acuminata Kunth) en vivero, Amazonas - Perú; del egresado Ramy Hamner Rojas Briceño de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.

Chachapoyas, 24 de Noviembre de 2023

Firma y nombre completo del Asesor
ALEX WILFREDO HUATAY SALDAÑA

JURADO EVALUADOR DE LA TESIS



Mg. Sc. Elí Pariente Mondragón

PRESIDENTE



Mg. Sc. Alex Joel Vergara Anticona

SECRETARIO



Ms. Robert Javier Cruzategui Fernandez

VOCAL



ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

Efecto de dos enraizadores naturales en la propagación vegetativa de Aliso (Alnus Acuminata Kunth) en vivero, Amazonas-Perú.

presentada por el estudiante ()/egresado (x) Romy Hammer Rojas Briceño de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal

con correo electrónico institucional 7180571372@untrm.edu.pe

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- a) La citada Tesis tiene 24 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
b) La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 27 de diciembre del 2023

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

El nombre del autor cambio de H.B.K a Kunth dado que fue sinonimizado.



ANEXO B-5

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 01 de MARZO del año 2024, siendo las 11:00 horas, el aspirante: RAMY HANMER ROSAS BRICEÑO, asesorado por ING. MSc. ALEX WILFREDO HUATAY SALDANA defiende en sesión pública presencial (X) / a distancia () la Tesis titulada: EFECTO DE DOS ENRAIZADORES NATURALES EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ALISO (Alnus acuminata Kunth) EN VIVERO AMAZONAS - PERÚ, para obtener el Título Profesional de INGENIERO FORESTAL, a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: ELI PARTIENTE MONDRAGON

Secretario: ALEX JOEL VEGARA ANICOMA

Vocal: ROBERT JAVIER CRUZALGUI FERNANDEZ

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.



Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado (X) por Unanimidad (X)/Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 12:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

[Signature] SECRETARIO

[Signature] VOCAL

[Signature] PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTRM.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	v
VISTO BUENO DEL ASESOR DE LA TESIS	vi
JURADO EVALUADOR DE LA TESIS	vii
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS.....	viii
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.....	ix
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	20
2.1. Ubicación del Área de estudio.....	20
2.2. Metodología.....	21
2.3. Variables de Estudio.....	21
2.4. Diseño de investigación.....	21
2.5. Métodos, Técnicas e instrumentos	23
2.6. Análisis Estadístico de los Datos.....	27
III. RESULTADOS	28
3.1. Porcentaje de Prendimiento.....	28
3.2. Número de brotes	30
3.3. Tamaño de brotes	34
3.4. Número y tamaño de raíces	38
IV. DISCUSIÓN	39
V. CONCLUSIONES	43
VI. RECOMENDACIONES	44
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

ANEXOS 47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los tratamientos usados en la investigación	22
Tabla 2. Resultados para el porcentaje de prendimiento evaluado a los 30, 45, 60 y 75 días con datos transformados ($\arcsen X/100$)	28
Tabla 3. Resultados para el número de brotes evaluado a los 30 días	30
Tabla 4. Resultados para el número de brotes evaluado a los 45 días	31
Tabla 5. ANOVA para el número de brotes evaluado a los 60 días	32
Tabla 6. ANOVA para el número de brotes evaluado a los 75 días	33
Tabla 7. Resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 30 días	34
Tabla 8. Resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 45 días	35
Tabla 9. Resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 60 días	36
Tabla 10. ANOVA para el tamaño de brotes evaluado a los 75 días.....	37
Tabla 11. Resultados para el número y tamaño de raíces a los 75 días	38
Tabla 12. Datos de registro semanal de la temperatura en toda la fase de experimentación	48
Tabla 13. Base de datos de las variables en toda la fase de experimentación	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del lugar de estudio en el distrito Ocumal, Luya	20
Figura 2. Distribución de cada tratamiento en las unidades experimentales	22
Figura 3. Resultados para el porcentaje de prendimiento evaluado a los 30, 45, 60 y 75 días	29
Figura 4. Resultados para el número de brotes evaluado a los 30 días	30
Figura 5. Resultados para el número de brotes evaluado a los 45 días	31
Figura 6. Test de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el número de brotes evaluado a los 60 días ...	32
Figura 7. Test de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el número de brotes evaluado a los 75 días ...	33
Figura 8. Resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 30 días	34
Figura 9. Resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 45 días	35
Figura 10. Resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 60 días	36
Figura 11. Test de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el tamaño de brotes evaluado a los 75 días..	37
Figura 12. Preparación del área experimental en vivero	50
Figura 13. Desinfección de tijeras y recolección de material vegetal	50
Figura 14. Preparación de las estacas de <i>A. acuminata</i>	51
Figura 15. Preparación de los enraizadores naturales agua de coco y de judías negras	51
Figura 16. Desinfección de las estacas de Aliso con el fungicida sulfato de cobre pentahidratado.....	52
Figura 17. Aplicación de los enraizadores naturales para cada tratamiento.....	52
Figura 18. Obtención y desinfección del sustrato.....	53
Figura 19. Construcción de la cama almaciguera	53
Figura 20. Acondicionamiento de las estacas en la cama de almacigo	54
Figura 21. Sellado de las estacas con la pasta fúngica preparada.....	54
Figura 22. Evaluación de la variable número de brotes para las estacas de <i>A. acuminata</i>	55
Figura 23. Evaluación de la variable tamaño de brotes para las estacas de <i>A. acuminata</i>	55
Figura 24. Evaluación de la variable número y tamaño de raíces de <i>A. acuminata</i>	56

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos enraizadores naturales en la propagación vegetativa de Aliso (*Alnus acuminata* Kunth) en vivero, Amazonas - Perú. Se realizó bajo un Diseño Completo al Azar (DCA) con un solo factor, se plantearon dos tratamientos (T1: enraizador de judías negras y T2: enraizador agua de coco) más un testigo (T0: sin enraizador) con cinco repeticiones y 15 unidades experimentales. El material vegetativo se recolecto en campo de plantas jóvenes y adultas de la parte superior de la planta, las estacas tuvieron de 18 a 20 cm, de longitud seleccionando un total de 150 estacas de Aliso que fueron llevadas al vivero para desinfección y aplicación de los enraizadores naturales. Las estacas fueron puestas en una cama almaciguera donde el sustrato utilizado fue arena y turba. Los resultados muestran que al finalizar la investigación a los 75 días el T2 obtuvo mayores resultados en el porcentaje de prendimiento con 12,80 %; número de brotes con 6,4 brotes; tamaño de brotes con 1,18 cm, todos superando al testigo, para el número y tamaño de raíces no se encontraron diferencias, puesto que para ninguno de los tratamientos hubo presencia de raíces. Concluimos que al finalizar la investigación el mejor enraizador natural para la propagación de aliso fue el agua de coco, pero no se logró resultados óptimos para producir plántulas, esto debido a que hubo presencia de hongos y condiciones climáticas desfavorables, aparte que el aliso es una especie difícil de propagar.

Palabras clave: Enraizador natural, propagación, estacas, aliso.

ABSTRACT

The present research aims to evaluate the effect of two natural rooters on the vegetative propagation of Alder (*Alnus acuminata* Kunth) in nursery, Amazonas - Peru. It was carried out under a complete randomized (DCA) design with a single factor, 2 treatments were proposed (T1: black bean rooter and T2: coconut water rooter) plus a control (T0: without rooter) with 5 replicates and 15 experimental units. The vegetative material was collected in the field from young and adult plants from the upper part of the plant, the cuttings were 18 to 20 cm. long, selecting a total of 150 alder cuttings that were taken to the nursery for disinfection and application of the natural rooters. The stakes were placed in a seedbed where the substrate used was sand and peat. The results show that at the end of the research at 75 days, T2 obtained higher results in the percentage of yield with 12.80%; number of outbreaks with 6.4, shoot size with 1.18 cm, all exceeding the control, for the number and size of roots no differences were found, since for none of the treatments there was presence of roots. We concluded that at the end of the research the best natural rooter for the propagation of alder was coconut water, but optimal results were not achieved to produce seedlings, this due to the presence of fungi and unfavorable climatic conditions, apart from the fact that alder is a difficult species to propagate.

Keywords: Natural rooter, propagation, cuttings, alder

I. INTRODUCCIÓN

La planta forestal de Aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) es considerada una planta valiosa en la restauración, protección y conservación de suelos degradados, ayuda a aumentar los nutrientes del terreno porque mediante las raíces mantienen los componentes de nitrógeno, se utiliza en combinación con cultivos en el sector agroforestal y además es una especie rentable. En algunos lugares, por la belleza de sus hojas, se cultiva en calles, parques y jardines como planta de sombra y ornamental; su madera se utiliza para carpintería, ebanistería, muebles, en la industria de pulpa de papel, también como leña y carbón. Entre sus beneficios ecosistémicos proporciona hábitat y alimento para la vida silvestre (CONAFOR, 2003).

El método de propagación asexual, emplea partes de la planta como tallos, raíces y hojas que son diferentes a la semilla (Miranda, 2017, p. 17). Algunas plantas no producen semillas, por lo que se debe utilizar este método de propagación para mantenerlas vivas. Mediante estos métodos de reproducción, podemos producir clones, de manera que podamos conseguir variedades con alto valor genético. Esto se debe a la capacidad regenerativa de las raíces y tallos que poseen las variedades vegetativas usadas (Reyes-Quñones, 2015).

En el año 1935 se descubrió el efecto estimulante de las hormonas en el prendimiento de las estacas y esquejes realizando posibles novedosas técnicas de propagación descubriendo que las fitohormonas ácido indolacético (AIA) y ácido indolbutírico (AIB) producidos naturalmente en las plantas incitan la liberación de raíces adventicias (Giraldo *et al.*, 2009 citado por Pascolini, 2013). Actualmente, hay mucho interés en utilizar productos de origen natural en la agricultura, por lo tanto, es relevante evaluar la capacidad estimulante de los enraizantes naturales de extractos de diferentes especies vegetales en la producción de plantas en el marco de la agricultura ecológica (González y Hecheverría-Sosa, 2004 citado por Pascolini, 2013).

En algunos enraizantes naturales, es muy conocido el gel de aloe vera y su gel es el proveedor aminoácidos como el ácido glutámico y arginina, el ácido láctico y orgánico; otro agente de enraizamiento natural y fácilmente disponible es el agua de coco, para mejores resultados se recomienda agua de coco verde, contiene citoquininas, que incitan las células del cotiledón y a su vez, proporciona reguladores del crecimiento entre

los ejemplos se incluyen auxinas, gibberelinas y el ácido abscísico (Alvarado y Munzón, 2020 citado por Quiroz-Suaréz, 2021).

Minchala et al., (2013) citado por Villalta (2017) que expresan, que las estacas de especies forestales que poseen tejidos blandos enraízan mejor que las especies con tejido consistente; además, sugiere que la composición de la madera, la tasa de crecimiento, la edad y la época de recolección de las estacas son además ciertos factores relevantes para el enraizamiento satisfactorio del material vegetal.

La mayoría de especies forestales son leñosas por lo que dificulta hacer propagación asexual, pero se ha demostrado que, si se puede hacer propagación utilizando los métodos y técnicas adecuadas, en caso del Aliso se demostró que si se puede propagar como se indica en las siguientes investigaciones.

En la investigación realizada en la comunidad de Picalqui en Ecuador por Cuzco (2014), sobre la propagación vegetativa de *Erythrina edulis Triana ex Micheli* y *Alnus acuminata* H.B.K. se obtuvo que el T6 (Aliso + Acido Indol Butírico) obtuvo mayores resultados para el número de brotes con promedio de 2,75 y para el T7 (Aliso + Té de Estiércol) presentó mejores resultados con promedio de 15% prendimiento a los 90 días, el número y tamaño de raíces con promedio de 11,00 y 15 cm a los 120 días.

En la investigación realizada en Bolivia dentro del centro experimental de Cota Cota por Miranda-Perez (2016), sobre la propagación vegetativa por esquejes de Eucalipto (*Eucaliptus viminalis*) empleando un enraizador natural (agua de coco) puestas en una cámara de sub irrigación, en los resultados se comprobó que el tratamiento T3 con una cantidad de 750 cc de agua de coco diluidos en 4 L de agua, utilizando sustrato de turba 75 %, arena 15%, tierra del lugar 5 % y compost 5% , logrando que gran cantidad de esquejes se prendieron en este sustrato con un porcentaje de prendimiento de 58 - 60 % siendo este tratamiento el más apto para el enraizamiento de esquejes de *E. viminalis*.

Según Narváez-Bustos (2021), en su estudio realizado en el campus de la Universidad “Yuyucocha” en Ecuador, se evaluó la propagación vegetativa de *Alnus nepalensis* D. Don utilizando varios enraizadores en dos diferentes ambientes. Se evaluaron el % prendimiento, número de brotes y raíces, % enraizamiento, estado fitosanitario y sobrevivencia; los resultados mostraron que a los 30 días la tasa de prendimiento en vivero fue la más alta con 43,33% T5 (Hormonagro #1) y la tasa de prendimiento en invernadero con 26,66% T2 (Sauce) y para las demás variables se concluyó que en los

dos ambientes no se presentó resultados óptimos en la producción de brotes y raíces necesarios siendo escasa y en algunas nula.

En la investigación realizada por Domínguez-Santisteban (2017), en el distrito de Huacrachuco en Huánuco, se evaluó la interacción de distintos enraizadores mediante la tasa de enraizamiento de esquejes de aliso. Los resultados mostraron que a los 90 días el tratamiento 2 (dosis de AIB) obtuvo el porcentaje más alto en todas las variables respuesta, en el porcentaje de prendimiento (87,75 %), longitud de raíces (7,49 cm), número brotes (3,75 brotes) y raíces por estaca (18,58 raíces). Se tuvo como conclusión que la longitud y número de raíces por estaca lo alcanzó el tratamiento T2 (Ácido 3-indol-butírico) siendo el superior, con 18,58 raíces y 15,42 cm de longitud teniendo diferencias significativas con relación a los demás tratamientos.

En el estudio realizado por Vargas-Ferrel (2017), en el distrito de Vilcabamba en Apurímac, se determinó la interacción de tres proporciones de sustrato (3 de tierra del lugar, 2 de tierra de aliso y 1 de arena) en el enraizamiento para *Alnus acuminata* de acuerdo a cuatro métodos de reproducción (por brinzales, semilla, brotes y estacas) en condiciones de vivero. En los resultados a los seis meses para el método de estacas de aliso se evaluó número de hojas con promedio de 3 hojas, para la altura de la estaca con promedio de 15 cm, para el diámetro de tallo con promedio de 2 cm y tamaño radicular con promedio de 6 cm; determinando que por este método no tuvo resultados significativos, sin embargo, el que presentó mejores resultados fue el método de reproducción por brinjal siendo el más apto y con características óptimas en la producción de esta especie vegetativa.

Según Chipani et al. (2020) en su investigación realizada en el distrito de Torata en Moquegua, se evaluó el efecto de enraizadores naturales y sustratos en la propagación por esquejes de *Polylepis incana* en ambientes de vivero. La metodología empleada se basó en un estudio experimental, se utilizó 900 esquejes como material vegetativo. Los resultados se evaluaron a los 90 días, donde la combinación e1 (agua de coco) y s1 (turba 50 % + arena 25 % + humus 25 %) logró la mayor tasa de enraizamiento con 94,67 %.

Según Oliva y Rimachi (2018), en su investigación desarrollada en el distrito de Molinopampa (Amazonas), se evaluó la tasa de enraizamiento de estacas de *Alnus acuminata* H.B.K. usando brotes de la parte media y apical bajo la influencia de 3 dosis de AIB y días de enraizamiento. Los resultados mostraron que la dosis óptima para la

propagación vegetativa del aliso fue de 4000 ppm AIB con una tasa de enraizamiento del 70% a partir de estacas de la parte apical en estado joven de la planta. Se concluyó que si es posible propagar estacas de *Alnus acuminata* H.B.K. empleando microtuneles, teniendo una tasa de enraizamiento elevada.

Tomando en consideración las investigaciones mencionadas anteriormente se puede decir que, si es posible propagar el Aliso utilizando diversos métodos y técnicas, con el fin de utilizar más productos naturales y económicos para la producción de plantas en el marco de la agricultura sostenible, la presente investigación tuvo como objetivo general: *Evaluar el efecto de dos enraizadores naturales en la propagación vegetativa de Aliso (Alnus acuminata Kunth) en vivero, Amazonas – Perú* y como objetivos específicos: *a) Comparar el efecto de los enraizadores naturales en la propagación vegetativa de Aliso, b) Identificar el mejor enraizador natural en la propagación vegetativa de Aliso, en vivero.*

La investigación tuvo como hipótesis siguiente: *Los enraizadores naturales que se estudiaron no tienen el mismo efecto en la propagación vegetativa de Aliso (Alnus acuminata Kunth) en vivero.*

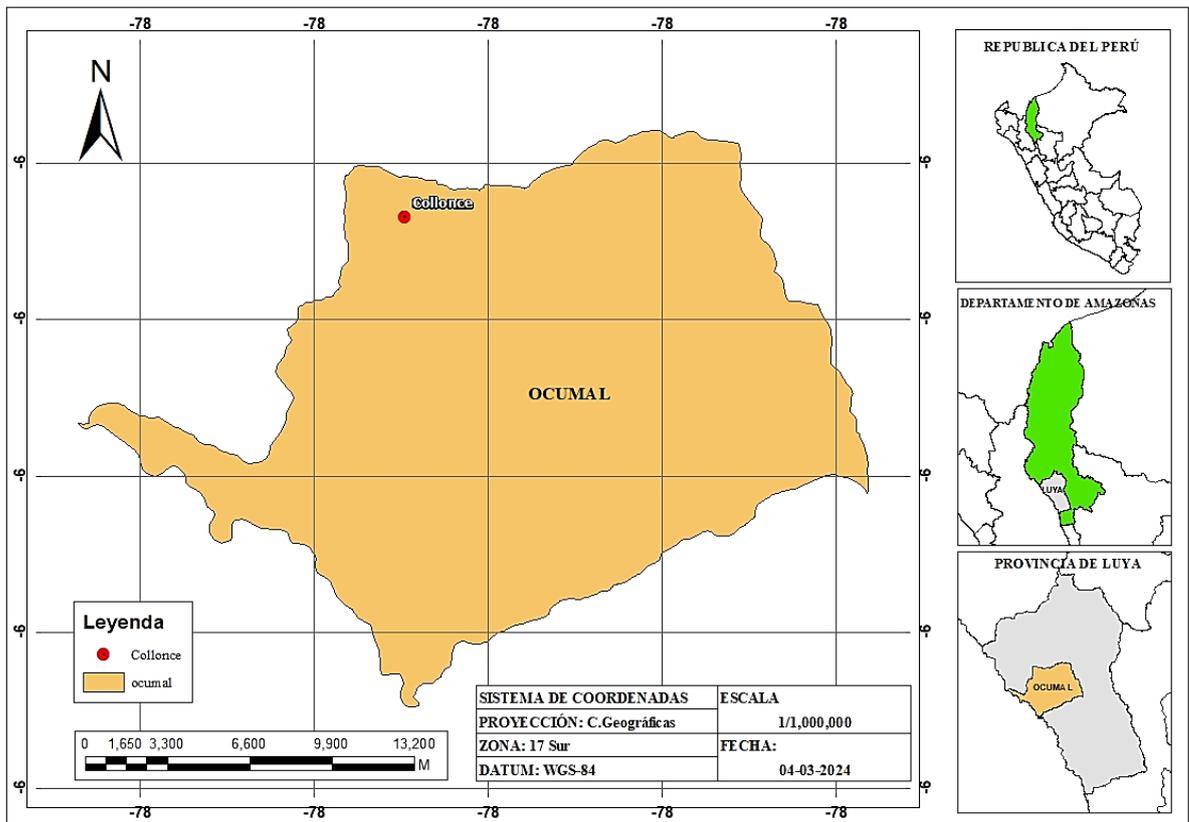
II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del Área de estudio

La presente investigación se desarrolló en el anexo Collonco, distrito Ocumal, provincia de Luya, región Amazonas, en las instalaciones de un vivero familiar, el vivero se encuentra en las coordenadas Latitud $6^{\circ}16'58.06''S$; Longitud $78^{\circ}12'20.39''O$ y altitud de

Figura 1

Mapa de ubicación geográfica del lugar de estudio en el distrito Ocumal, Luya



1814 m s.n.m.

Fuente: Elaboración propia.

2.1.1. Características del Área de estudio

Según el SENAMHI (2020), presenta clima de tipo semiseco, templado y húmedo durante todo el año, temperatura máx. de $25^{\circ}C$ y mín. de $11^{\circ}C$, precipitaciones de 700 a 2000 mm aproximadamente, humedad relativa de 50 a 90 % y según la ZEE (2010), presenta el tipo de suelo Calera I- Pillualla (60 - 40%) suelos de textura media a fina con drenaje bueno.

2.2. Metodología

2.2.1. Población

La población de estudio estuvo constituida por árboles de *Alnus acuminata* Kunth de una plantación natural ubicadas en el sector denominado “El Aliso” del centro poblado Collonca, Luya-Amazonas.

2.2.2. Muestra

Se recolectó estacas de plantas adultas y plantas jóvenes (diez plantas), previamente se verificó que las plantas a seleccionar estén libres de plagas y enfermedades, las estacas recolectadas fueron de 18 a 20 cm de longitud, con un corte en bisel en los extremos, seleccionando 150 estacas en total.

2.3. Variables de Estudio

Variable Independiente

- Enraizador natural.

Variables Dependientes

- Porcentaje de prendimiento, número de brotes, tamaño de brotes, número de raíces y tamaño de raíces.

2.4. Diseño de investigación

La investigación se planteó mediante un Diseño Completo al Azar (DCA) con un solo factor en la que las unidades experimentales aplicadas con los tratamientos fueron de manera homogénea y aleatorizada. Se plantearon tres tratamientos (ver Tabla1) incluido un testigo con cinco repeticiones, teniendo un total de 15 unidades experimentales en toda la parcela (ver Figura 2).

Tabla 1

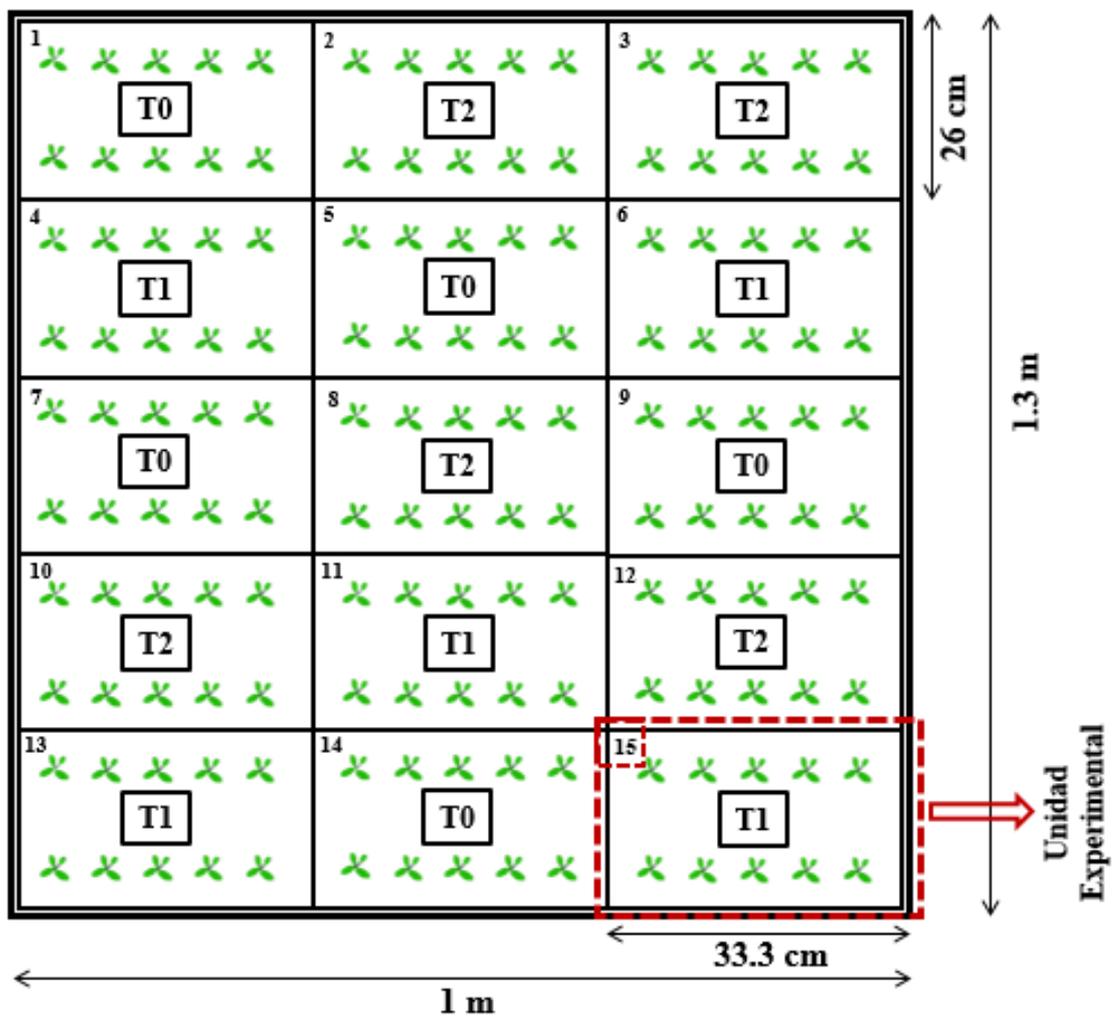
Descripción de los tratamientos usados en la investigación

Tratamientos	Descripción
T 0	Testigo
T 1	Enraizador de judías negras
T 2	Enraizador de agua de coco

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2

Distribución de cada tratamiento en las unidades experimentales



Fuente: Elaboración propia.

2.5. Métodos, Técnicas e instrumentos

La presente investigación estuvo conformada por dos objetivos específicos, el Primero: *Comparar el efecto de los enraizadores naturales en la propagación vegetativa de Aliso, en vivero* y el Segundo: *Identificar el mejor enraizador natural en la propagación vegetativa de Aliso, en vivero.*

Preparación del área experimental

Para la realización y acondicionamiento del área experimental se tomó una parte del área del vivero agrícola de producción de plántones de café, frutales y forestales en el anexo Collonco. El vivero tiene una extensión aproximadamente de 12 m x 20 m, el área que se tomó dentro del vivero cuenta con una extensión de 2 m x 7 m donde se realizó las labores de deshierbe y cercado del área con malla raschel, para la parte del techo se puso malla raschel de 50 % sombra para evitar la alta radiación solar (ver anexo, Figura 12).

Recolección del material vegetativo

Se realizó la colecta de estacas por la mañana para evitar la solarización y deshidratación, se dispuso a la recolecta de plantas adultas y plantas jóvenes libre de plagas y enfermedades, se procedió a desinfectar las tijeras de podar (ver anexo, Figura 13) y mediante un corte en bisel se tomó estacas de 18 a 20 cm de longitud y 0,8 a 2 cm de diámetro, se tuvo en cuenta estacas con algunos rebrotes preformados, llegando a recolectar 150 estacas de Aliso. En la preparación de las estacas se seleccionó las mejores con estado sanitario que fueron obtenidos de la parte superior de la planta y de las ramas la parte media (ver anexo, Figura 14). Luego el material recolectado fue llevado al vivero para la preparación, desinfección y aplicación de enraizadores

Preparación de los enraizadores naturales

Se emplearon dos enraizadores naturales, el de judías negras y agua de coco (ver anexo, Figura 15).

En el caso del enraizante de judías negras primero hay que poner a germinar las semillas para luego licuar y obtener la solución, para eso se procedió hacer los siguientes procedimientos: Se preparó 2 tasas de judías negras por 6 tazas de agua y se dejó remojar por 10 horas en dos envases de 2 L tapándolo con un trapo negro, luego se retiró el agua con un colador y nuevamente se envolvió con el trapo negro. Al día siguiente se colocó agua nueva en el recipiente de las judías negras por unos 10 minutos para luego retirar,

este mismo procedimiento se lo hizo por 8 días y posteriormente se procedió a licuar y a cernir. Se obtuvo aproximadamente una solución de 1 L de enraizante concentrado, para la aplicación del enraizante se utilizó 500 ml de solución de judías negras x 1000 ml de agua, dando un total de 1500 ml de enraizante de judías negras.

Para el enraizante agua de coco, se empleó 6 cocos verdes, resultando que de cada coco se consiguió aproximadamente 280 ml de agua obteniendo un total de 1680 ml.

Preparación de las estacas y aplicación de los enraizadores naturales

Las estacas puestas en el vivero fueron desinfectadas con un fungicida (Sulfato de cobre pentahidratado) a una solución de 10 g x 2 L agua, se sumergió las estacas en un balde durante un tiempo de 5 minutos, después se puso en una malla a temperatura ambiente. (ver anexo, Figura 16).

Para la aplicación de los enraizadores en los dos casos dejamos en reposo las estacas de aliso en las soluciones ya preparadas y para el caso del testigo se dejó en reposo con agua sumergiendo a 6 cm por un tiempo de 24 horas (ver anexo, Figura 17).

Obtención y desinfección del sustrato

Para la obtención del sustrato se adquirió turba y arena de río. En el caso de la turba se utilizó una bolsa de turba de 45 kg, este sustrato es de material inocuo, es decir libre de cualquier enfermedad por lo que no requiere desinfección.

Para la obtención de la arena de río se adquirió cuatro baldes de 20 L de arena cernida y fueron llevados hacia el vivero. Se procedió con la labor de desinfección de la arena encima del plástico de polietileno donde se utilizó una mochila de fumigar con 8 L de agua más 20 g de Sulfato de cobre pentahidratado como desinfectante, se procedió a voltear el material con una palana mientras se aplicaba el desinfectante (ver anexo, Figura 18).

Acondicionamiento y plantado de las estacas

Para el acondicionamiento de las estacas se construyó una cama de almácigo de 15 cm de profundidad por 1 m ancho y 1,3 m largo. Se utilizó tablas para cercar toda el área cuadrada de la cama almaciguera y luego se cubrió alrededor con un saco de polietileno, en la parte de la base se puso piedra pequeña de río para mejorar la aireación, luego encima se puso una capa de arena y una capa de turba (ver anexo, Figura 19). Para

delimitar la cama almaciguera se hizo de acuerdo al diseño experimental planteado para lo cual se empleó una cuerda de color rojo.

Previo al establecimiento de las estacas en la cama almaciguera, se hizo pequeños hoyos en el sustrato en donde se depositaron las estacas aplicadas con cada tratamiento. Se colocaron un etiquetado a las 15 unidades experimentales con los 3 tratamientos y se ordenó de acuerdo al diseño experimental utilizado (ver anexo, Figura 20).

Sellado de las estacas

Para este proceso se hizo luego de colocar las estacas en la cama almaciguera que consistió en hacer una mezcla de dos cucharadas de Sulfato de cobre más una cucharada de azufre y goma formando una pasta para colocarse en el corte de la parte superior de las estacas, esto con la finalidad de cicatrizar, evitar la lluvia y prevenir hongos (ver anexo, Figura 21).

Labores culturales

Riego

Para esta labor requirió un riego que ayude a disponer de una humedad favorable para su desarrollo de la planta, se realizó un riego de acuerdo a la capacidad de retención de agua del sustrato, como la turba tiene buena humedad se dispuso a regar cada vez que le faltaba agua, cabe mencionar que las condiciones climáticas también influyeron en esta labor.

Deshierbe

En esta labor el deshierbe no se realizó por que no hubo presencia de malezas en todo el proceso de experimentación, esto debido a que el tipo de sustrato utilizado no crecen malezas, por lo que es muy recomendable.

Control fitosanitario

Esta labor consistió en controlar plagas y enfermedades mediante podas sanitarias de hojas afectadas y la utilización de fungicidas.

Evaluación de variables respuestas

Para la evaluación del porcentaje de prendimiento, para el número de brotes y tamaño de brotes se hizo un estudio longitudinal mediante varias observaciones de 30, 45, 60 y 75

días, y para el número de raíces y tamaño de raíces se evaluó a los 75 días al finalizar la investigación.

Se propuso trabajar los dos objetivos específicos para las variables respuesta:

Objetivo Específico 1 y 2:

Porcentaje de prendimiento

Se contaron todas las estacas con brotes para cada tratamiento, las observaciones se registrarán a los 30, 45, 60 y 75 días. La fórmula que se utilizó para calcular el porcentaje de prendimiento fue el siguiente; tomado de (Domínguez- Santisteban, 2017).

$$\% \text{ Prendimiento } (X) = \frac{\text{Número de estacas con brotes}}{\text{Número de estacas plantadas}} \times 100$$

Luego en Excel esta variable se convirtió usando la formula $\arcsen \sqrt{x}/100$.

Número de brotes

Se contabilizaron todos los brotes que presentaron las estacas en toda la fase de la experimentación, el primer tiempo de 30 días, esto se hizo dejando un intervalo de cada 15 días, hasta la fase de culminación que fue a los 75 días. Los datos se registraron en una libreta de campo.

Tamaño de brotes

Se midió con ayuda de una regla graduada los brotes que presentaron las estacas en toda la fase de la experimentación, en el primer tiempo de 30 días dejando un intervalo de cada 15 días hasta la fase de culminación que fue a los 75 días. Los datos se registraron en una libreta de campo.

Número de raíces

Se contabilizaron las raíces de forma aleatoria para cada tratamiento (5 x tratamiento) en toda la unidad experimental, esto se hizo en la última fase de experimentación que fue a los 75 días. Los datos se registraron en una libreta de campo.

Tamaño de raíces

Se midió con una regla graduada las raíces que presentaron las estacas, para ello se midió desde la base hasta el ápice de la raíz, esto se hizo en la última fase de experimentación. Los datos se registraron en una libreta de campo.

2.6. Análisis Estadístico de los Datos

Con los datos obtenidos en la libreta de campo de las variables respuestas se generó una data para el procesamiento de la información en el programa Excel (ver Tabla 17), y para la realización del análisis estadístico se usó el lenguaje de programación RStudio. Los datos analizados presentaron normalidad y homogeneidad de varianza, cumpliendo estos supuestos se realizó el análisis de varianza ANOVA y posteriormente sometidos a la prueba estadística Tukey con 95% de confiabilidad para la comparación de los diferentes tratamientos.

III. RESULTADOS

3.1. Porcentaje de Prendimiento

En la tabla 2, se presenta los resultados para el porcentaje de prendimiento evaluado a los 30, 45, 60 y 75 días con datos transformados ($\arcsen \sqrt{X/100}$); donde el $p < 0.05$ para los días 60 y 75 días, encontrando diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Tabla 2

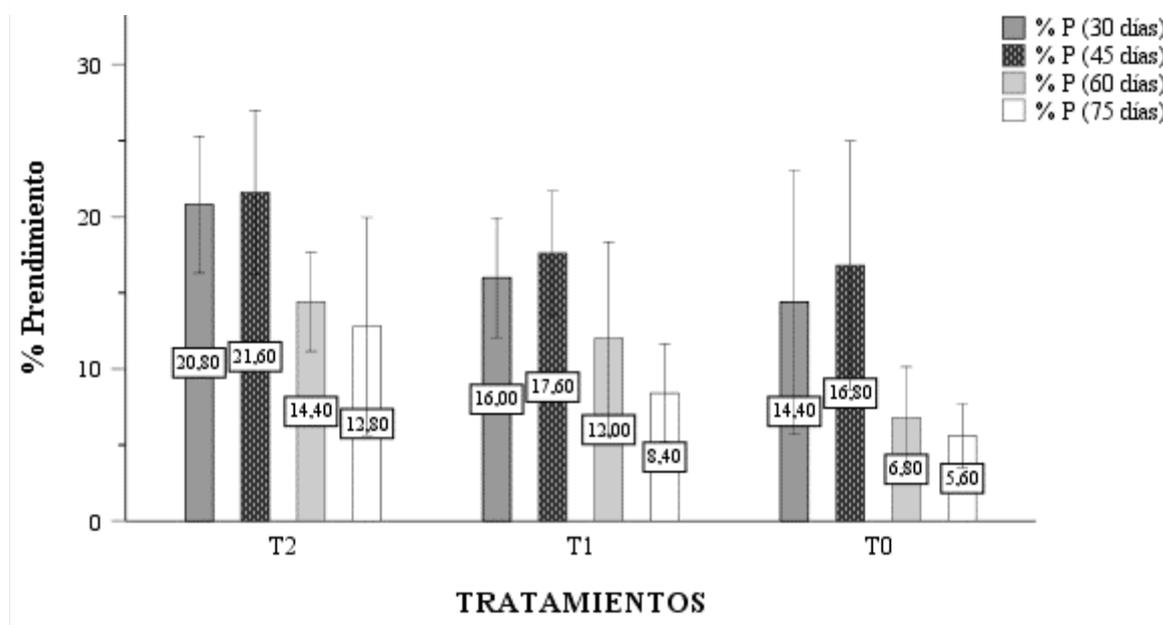
Resultados para el porcentaje de prendimiento evaluado a los 30, 45, 60 y 75 días con datos transformados ($\arcsen \sqrt{X/100}$)

Nº DÍAS	TRATAMIENTOS	Nº PREND.	% PREND. (MEDIA)	MEDIA TRANSFORMADA	SIG.
30	T0	72	14,40	0,38	*
	T1	80	16,00	0,41	
	T2	104	20,80	0,47	
45	T0	84	16,80	0,42	*
	T1	88	17,60	0,43	
	T2	108	21,60	0,48	
60	T0	34	6,80	0,26	0,013
	T1	60	12,00	0,35	
	T2	72	14,40	0,39	
75	T0	28	5,60	0,24	0,023
	T1	42	8,40	0,29	
	T2	64	12,80	0,36	

Nota: T2 (Enraizador de judías negras), T1 (Enraizador agua de coco) y T0 (Sin enraizador). *=No hay significancia

Figura 3

Porcentaje de prendimiento evaluado a los 30, 45, 60 y 75 días



En la figura 3, se muestra los resultados para el porcentaje de prendimiento evaluado a los 30, 45, 60 y 75 días, donde se obtuvo que para los 30 y 45 días no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, el mayor promedio lo alcanzó el T2 (enraizador agua de coco) con 20,80 % y 21,60 % seguido de los demás tratamientos T1 y T0. Mientras que a los 60 y 75 días en los resultados para la prueba pos hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$) se obtuvo diferencias estadísticas entre los tratamientos T2 y T0 en comparación con los demás tratamientos que son estadísticamente iguales, por lo cual se puede concluir que el T2 (enraizador agua de coco) alcanzó el mayor porcentaje de prendimiento con 14,40 %, y 12,80 % seguido del T1 (enraizador de judías negras) con prendimiento de 12 % y 8,40 % y por último el T1 (testigo: sin enraizador) con prendimiento de 6,80 % y 5,60 %.

3.2. Número de brotes

3.2.1. Número de brotes a 30 días

En la tabla 3, se presenta los resultados para el número de brotes evaluado a los 30 días, encontrando que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos.

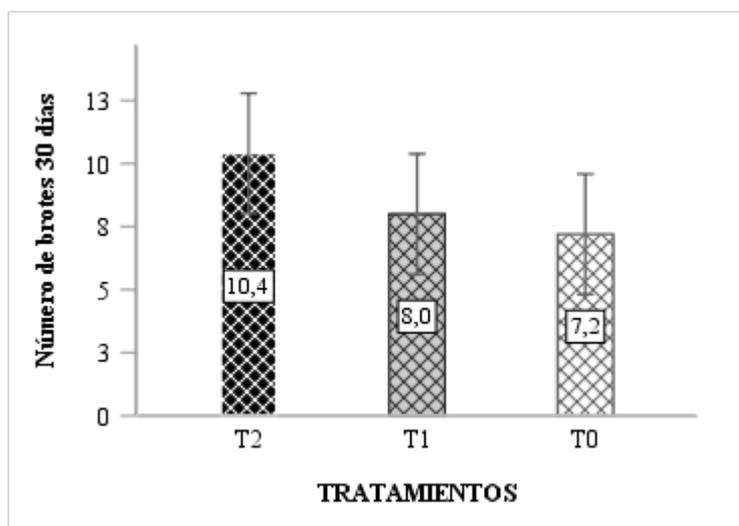
Tabla 3

Resultados para el número de brotes evaluado a los 30 días

Nº DÍAS	TRATAMIENTOS	Nº BROTOS	Nº BROTOS (MEDIA)
30	T0	36	7,2
	T1	40	8,0
	T2	52	10,4

Figura 4

Número de brotes evaluado a los 30 días



En la figura 4, se muestra los resultados para el número de brotes evaluado a los 30 días, donde se obtuvo que los tratamientos son estadísticamente iguales; sin embargo, el mayor promedio lo alcanzó el T2 (enraizador agua de coco) con 10,4 seguido del T1(enraizador de judías negras) con 8,0 y el menor promedio lo alcanzó el T0 (testigo: sin enraizador) con 7,2.

3.2.2. Número de brotes a 45 días

En la tabla 4, se presenta los resultados para el número de brotes evaluado a los 45 días, encontrando que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos.

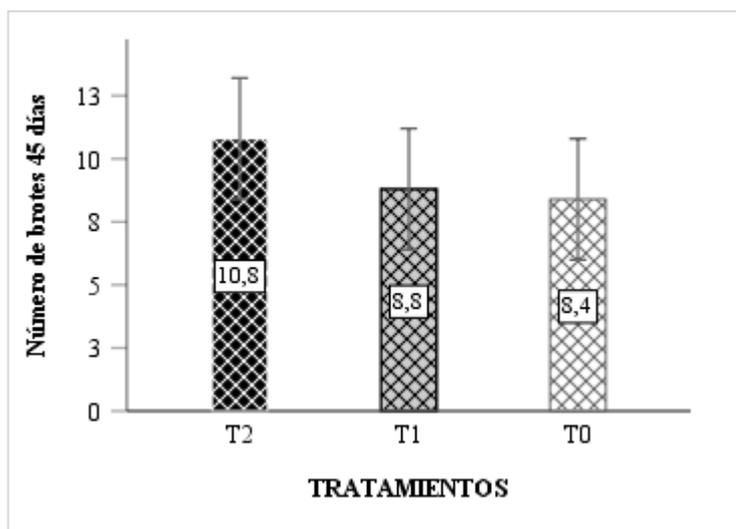
Tabla 4

Resultados para el número de brotes evaluado a los 45 días

Nº DÍAS	TRATAMIENTOS	Nº BROTOS	Nº BROTOS (MEDIA)
45	T0	42	8,4
	T1	44	8,8
	T2	54	10,8

Figura 5

Número de brotes evaluado a los 45 días



En la figura 5, se muestra los resultados para el número de brotes evaluado a los 45 días, donde se obtuvo que los tratamientos son estadísticamente iguales; sin embargo, el mayor promedio lo alcanzó el T2 (enraizador agua de coco) con 10,8 seguido del T1(enraizador de judías negras) con 8,8 y el menor promedio lo alcanzó el T0 (testigo: sin enraizador) con 8,4.

3.2.3. Número de brotes a 60 días

En la tabla 5, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el número de brotes evaluado a los 60 días; donde el $p < 0.05$, encontrando diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Tabla 5

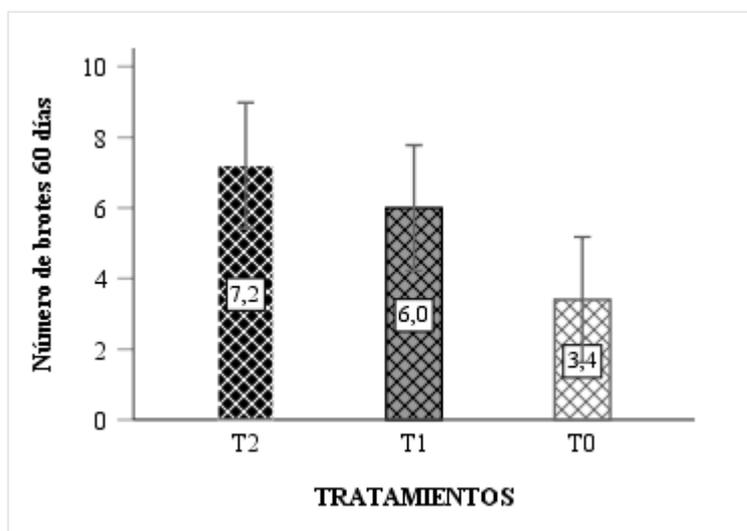
ANOVA para el número de brotes evaluado a los 60 días

F.V.	gl	S.C	C.M	F-Valor	P-Valor
TRATAMIENTOS	2	37,733	18,867	5,660	0,019*
Error	12	40,000	3,333		
Total	14	77,733			

Nota: F.V.= Fuente de variación, gl= Grado de libertad, S.C= Suma de cuadrados, C.M= Cuadrado medio, F-valor= Valor de Fisher, *= Significativo ($P < 0,05$)

Figura 6

Test de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el número de brotes evaluado a los 60 días



En la figura 6, se muestra la prueba post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el número de brotes evaluado a los 60 días, donde se obtuvo que los tratamientos T2 y T1 son estadísticamente iguales, mientras que el T2 y T0 son estadísticamente diferentes, por lo cual se puede concluir que el T2 (enraizador agua de coco) alcanzó el mayor número de brotes con 7,2 seguido del T1(enraizador de judías negras) con 6,0 y por último el T0 (testigo: sin enraizador) con 3,4.

3.2.4. Número de brotes a 75 días

En la tabla 6, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el número de brotes evaluado a los 75 días; donde el $p < 0.05$, encontrando diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Tabla 6

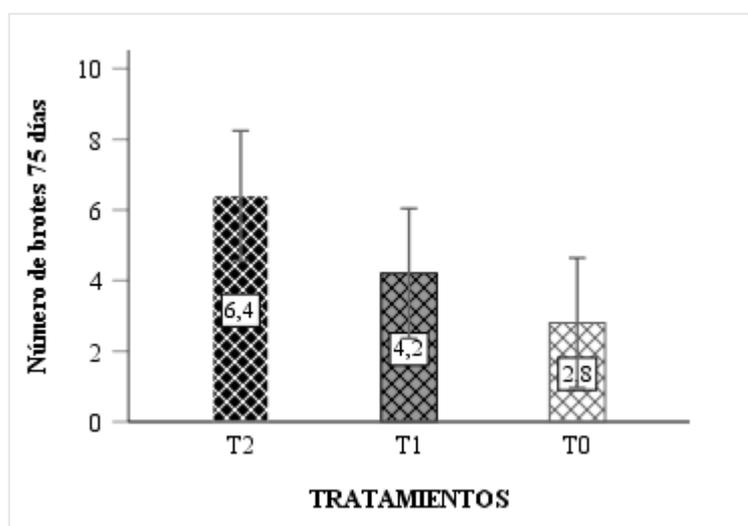
ANOVA para el número de brotes evaluado a los 75 días

F.V.	gl	S.C	C.M	F-Valor	P-Valor
TRATAMIENTOS	2	32,933	16,467	4,617	0,033*
Error	12	42,800	3,567		
Total	14	75,733			

Nota: F.V.= Fuente de variación, gl= Grado de libertad, S.C= Suma de cuadrados, C.M= Cuadrado medio, F-valor= Valor de Fisher, *= Significativo ($P < 0,05$)

Figura 7

Test de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el número de brotes evaluado a los 75 días



En la figura 7, se muestra la prueba post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el número de brotes evaluado a los 75 días, donde se obtuvo que existe diferencias estadísticas para los tres tratamientos, por lo cual resultó que el mayor número de brotes lo alcanzó el T2 (enraizador agua de coco) con 6,4 seguido del T1 (enraizador de judías negras) con 4,2 y por último el T0 (testigo: sin enraizador) con 2,8.

3.3. Tamaño de brotes

3.3.1. Tamaño de brotes a 30 días

En la tabla 7, se presenta resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 30 días, encontrando que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos.

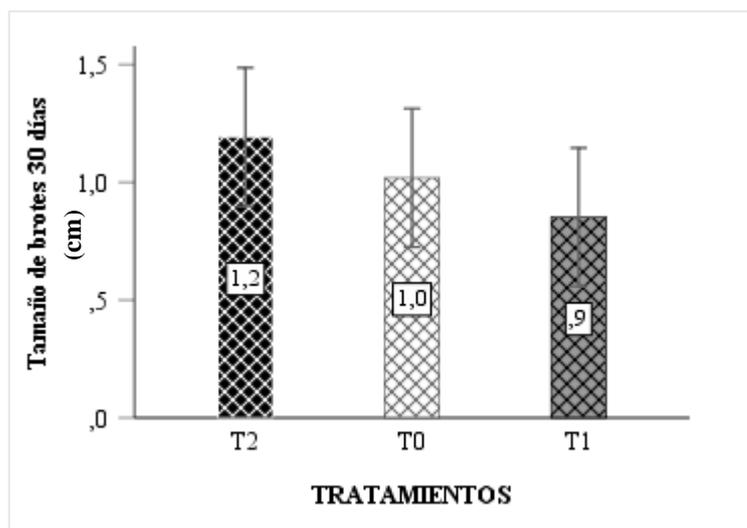
Tabla 7

Resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 30 días

Nº DÍAS	TRATAMIENTOS	TAMAÑO DE BROTOS	TAMAÑO DE BROTOS (MEDIA)
30	T0	5,10	0,9
	T1	4,27	1,0
	T2	5,96	1,2

Figura 8

Tamaño de brotes evaluado a los 30 días



En la figura 8, se muestra los resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 30 días, donde se obtuvo que los tratamientos son estadísticamente iguales; sin embargo, el mayor promedio lo alcanzó el T2 (enraizador agua de coco) con 1,2 cm seguido del T0 (testigo: sin enraizador) con 1,0 cm y el menor promedio lo alcanzó el T1 (enraizador de judías negras) con 0,9 cm.

3.3.2. Tamaño de brotes a 45 días

En la tabla 8, se presenta los resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 45 días, encontrando que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos.

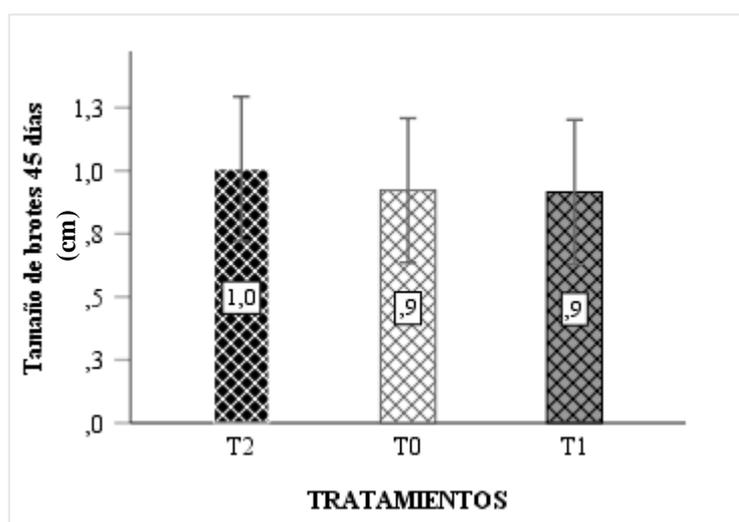
Tabla 8

Resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 45 días

Nº DÍAS	TRATAMIENTOS	TAMAÑO DE BROTOS	TAMAÑO DE BROTOS (MEDIA)
45	T0	4,62	0,9
	T1	4,54	0,9
	T2	5,04	1,0

Figura 9

Tamaño de brotes evaluado a los 45 días



En la figura 9, se muestra los resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 45 días, donde se obtuvo que los tratamientos son estadísticamente iguales; sin embargo, el mayor promedio lo alcanzó el T2 (enraizador agua de coco) con 1,0 cm y el T0 (sin enraizador) con el T1 (enraizador de judías negras) tuvieron el mismo resultado de 0,9 cm.

3.3.3. Tamaño de brotes a 60 días

En la tabla 9, se presenta los resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 60 días, encontrando que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos.

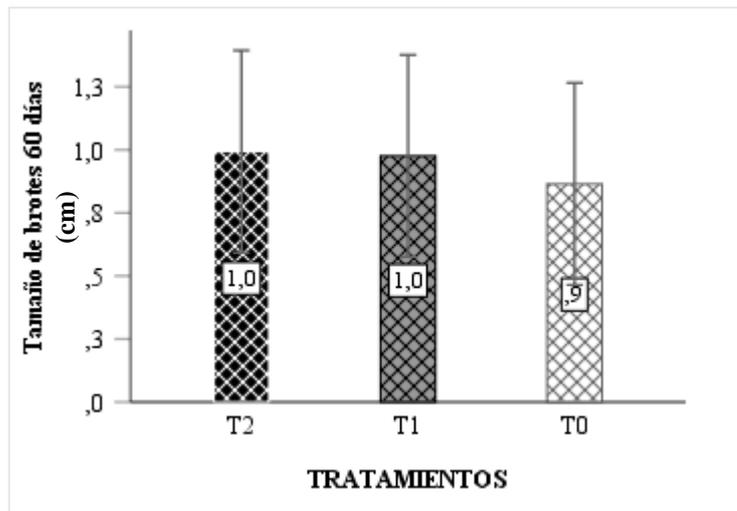
Tabla 9

Resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 60 días

Nº DÍAS	TRATAMIENTOS	TAMAÑO DE BROTOS	TAMAÑO DE BROTOS (MEDIA)
30	T0	4,33	0,9
	T1	4,88	1,0
	T2	4,97	1,0

Figura 10

Resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 60 días



En la figura 10, se muestra los resultados para el tamaño de brotes evaluado a los 60 días, donde se obtuvo que los tratamientos son estadísticamente iguales; sin embargo, el mayor promedio por algunas milésimas lo alcanzó el T2 (enraizador agua de coco) con 1,0 cm seguido del T1 (enraizador de judías negras) con 1,0 cm y el menor promedio lo alcanzó el T0 (testigo: sin enraizador) con 0.9 cm.

3.3.4. Tamaño de brotes a 75 días

En la tabla 10, se presenta el análisis de varianza (ANOVA) para el tamaño de brotes evaluado a los 75 días; donde el $p < 0.05$, encontrando diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Tabla 10

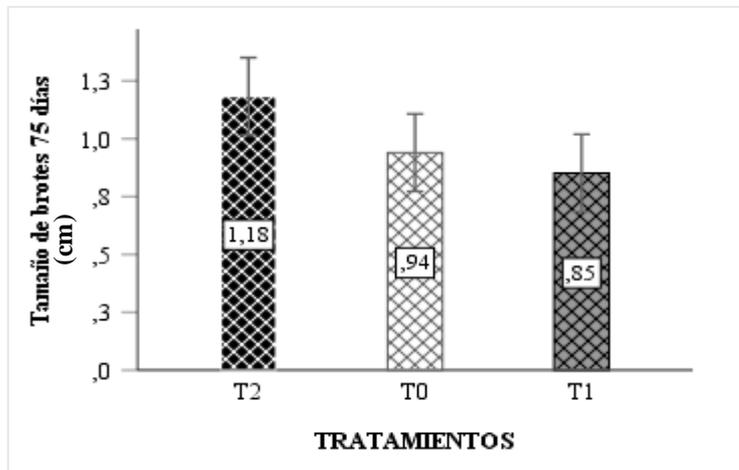
ANOVA para el tamaño de brotes evaluado a los 75 días

F.V.	gl	S.C	C.M	F-Valor	P-Valor
TRATAMIENTOS	2	0,292	0,146	4,900	0,027*
Error	12	1,358	0,030		
Total	14	0,648			

Nota: F.V.= Fuente de variación, gl= Grado de libertad, S.C= Suma de cuadrados, C.M= Cuadrado medio, F-valor= Valor de Fisher, *= Significativo ($P < 0,05$)

Figura 11

Test de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el tamaño de brotes evaluado a los 75 días



En la figura 11, se muestra la prueba post hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$) para el tamaño de brotes evaluado a los 75 días, donde se obtuvo diferencias significativas entre el tratamiento T2 y T1 en comparación con los demás tratamientos que son estadísticamente iguales, por lo cual se puede concluir que el T2 (enraizador agua de coco) alcanzó el mayor tamaño de brotes con 1,18 cm, seguido del T0 (testigo: sin enraizador) con 0,94 cm y por último el T1 (enraizador de judías negras) con 0,85 cm.

3.4. Número y tamaño de raíces

3.4.1. Número y tamaño de raíces a los 75 días

En las variables número de raíces y tamaño de raíces a los 75 días no se encontraron diferencias entre los tratamientos, donde; no hubo presencia de raíces, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 11

Resultados para el número y tamaño de raíces a los 75 días

	TRATAMIENTOS		
	T2: Enraizador agua de coco	T1: Enraizador judías negras	T0: Sin enraizador
Variables			
Número de raíces	0	0	0
Tamaño de raíces	0	0	0

IV. DISCUSIÓN

Porcentaje de prendimiento

Los resultados para la variable porcentaje de prendimiento evaluado a los 30, 45, 60 y 75 días mostraron que el tratamiento T2 (enraizador agua de coco) obtuvo el mayor promedio de 20,80 %; 21,60 %; 14,40 % y 12,80 % de prendimiento, seguido del tratamiento T1 (enraizador de judías negras) y por último el quien presentó menores resultados fue el tratamiento T0 (sin enraizador). Según Cuzco (2014), en su investigación menciona que para la especie *Alnus acuminata* H.B.K. el tratamiento T8 (sin enraizador) evaluado a los 30 y 60 días obtuvo el mayor promedio de 30 % y 33,75 % prendimiento y el menor promedio lo obtuvo el T5 (ácido indol-3-acético) con 11,25 y 12,50 % prendimiento.

En la investigación realizada por Domínguez-Santisteban (2017), presentó resultados superiores utilizando hormonas químicas para la especie *A. acuminata* obteniendo los mayores resultados con el tratamiento T2 (ácido 3-indol-butírico) evaluado a los 30, 60 y 90 días, obteniendo resultados de 33,33 %; 83,53 % y 87,75 % de prendimiento, sin embargo, el tratamiento T0 (sin enraizador) obtuvo los más bajos resultados de 16,67 %; 33,33 % y 41,67 % prendimiento. Para Narváez Bustos (2021), indica que para la especie *Alnus nepalensis* D. para el % prendimiento en vivero a los 30 días utilizó la hormona química Hormonagro #1 donde obtuvo el mayor resultado de 43,33 % prendimiento y para la hormona natural té de corteza de sauce obtuvo el menor resultado de 35 % prendimiento y al finalizar su investigación a los 150 días el tratamiento T3 (sin enraizador) obtuvo el mayor resultado de 13,33 % prendimiento siendo superior a la hormona química Hormonagro #1 obtuvo 11,66 % prendimiento concluyendo que no se necesita hormonas químicas para lograr resultados en el % prendimiento.

Número de brotes

Los resultados para la variable número de brotes para el tratamiento T2 (enraizador agua de coco) evaluado a los 30 y 45 días no hubo diferencias estadísticas, mientras que para los 60 y 75 días existió diferencias estadísticas; sin embargo, este tratamiento obtuvo los mayores promedios de 10,4; 10,8; 7,2 y 6,4 brotes, seguido del tratamiento T1 (enraizador de judías negras) y por último el tratamiento T0 (sin enraizador) obtuvo los promedios más bajos de 7,2; 8,4; 3,4 y 2,8 brotes. En la investigación hecha por Domínguez-Santisteban (2017), presentó resultados inferiores a esta investigación para la especie *A. acuminata* utilizando hormonas químicas donde el tratamiento T2 (ácido 3-indol-butírico) evaluado a los 30, 60 y 90 días obtuvo los mayores resultados de 2,27; 3,25 y 3,75 brotes y el tratamiento T0 (sin enraizador) obtuvo los más bajos resultados de 1,52; 2,00 y 2,08 brotes, entonces podemos decir que los resultados son inferiores comparado a esta presente investigación, esto debido al tipo de sustrato, condiciones climáticas o la utilización de bolsas de vivero. Para Enríquez-Cerón (2015), indica que para la especie *A. acuminata* utilizó tres tipos de hormonas químicas (AIA, AIB y ANA) donde a los 30 días no presentó ningún resultado para el número de brotes y a los 60 días el tratamiento T6 (ácido 3-indol-butírico) obtuvo el mayor promedio de 1,39 brotes, este resultado comparando con esta investigación presenta resultados inferiores.

En la investigación realizada por Narváez-Bustos (2021), menciona que para la especie *Alnus nepalensis* D. evaluado a los 30 días en vivero, la hormona química Hormonagro # 1 presentó el mayor número de brotes y a finalizar la investigación a los 150 días el tratamiento (sin enraizador) obtuvo el mayor número de brotes demostrando que los resultados no se debieron por la utilización de una hormona sino por el tipo de sustrato, para Miranda-Rea (2022), menciona en su investigación que utilizó tres tipos de sustrato para la propagación de *A. acuminata* teniendo como resultados superiores a los 65 días para el T1 (tierra negra y cascarilla de arroz) con promedio de 17 hojas, en comparación con esta presente investigación donde se utilizó arena y turba tuvieron resultados inferiores.

Tamaño de brotes

Los resultados para la variable tamaño de brotes para el tratamiento T2 (enraizador agua de coco) evaluado 30, 45 y 60 días no hubo diferencias estadísticas, mientras que para los 75 días existió diferencias estadísticas, sin embargo, este tratamiento obtuvo los mayores promedios de 1,2; 1,0; 1,0 y 1,18 cm de tamaño y el tratamiento T1 (enraizador de judías negras) obtuvo los promedios más bajos para los 30, 45 y 75 días de 0,9; 0,9 y 0,85 cm de tamaño y el tratamiento T0 (sin enraizador) obtuvo el promedio más bajo para los 60 días de 0,9 cm de tamaño. Domínguez-Santisteban (2017), presentó resultados superiores utilizando hormonas químicas para la especie *A. acuminata* obteniendo los mayores resultados con el tratamiento T2 (ácido 3-indol-butírico) evaluado a los 30, 60 y 90 días con resultados de 1,48; 3,60 y 7,49 cm y el tratamiento T0 (sin enraizador) obtuvo los más bajos resultados de 0,88; 2,03 y 4,61 cm de tamaño. Para Enríquez-Cerón (2015), indica en su investigación que para la especie *A. acuminata* utilizó tres tipos de hormonas químicas (AIA, AIB y ANA) donde a los 30 días no presentó ningún resultado para el tamaño de brotes, comparado con la presente investigación los resultados son superiores y en los 60 días el tratamiento T6 (ácido 3-indol-butírico) obtuvo el mayor promedio de 1,55 cm de tamaño presentando resultados superiores a esta investigación.

Número y tamaño de raíces

Los resultados para la variable número de raíces y tamaño de raíces a los 75 días no se encontraron diferencias entre los tratamientos, mostrando que no hubo presencia de raíces para ninguna de las estacas, esto debido a que el ambiente de cultivo no favoreció el desarrollo de las raíces y con el paso del tiempo las estacas presentaban pérdida de brotes y muerte en el tejido superior de la estaca, esto se dio por la presencia de hongos, condiciones climáticas y un tallo muy leñoso. Para esta investigación los resultados coinciden con la de Narváez-Bustos (2021), menciona que para la especie *Alnus nepalensis* D. al finalizar su investigación a los 150 días no se mostraron respuestas positivas a la aplicación de hormonas naturales y químicas. Valera y Garay (2017), indica que la especie forestal *A. acuminata* es muy difícil de propagar mediante los métodos por estaca, sin embargo, Cotrina-Cabello (2019), menciona que el aliso blanco tiene mayor facilidad para propagarse vegetativamente.

Según Domínguez-Santisteban (2017), presentó resultados superiores para el número y tamaño de raíces utilizando hormonas químicas, en su investigación menciona que para

la especie *A. acuminata* al finalizar su investigación a los 90 días obtuvo los mayores resultados con el tratamiento T2 (ácido 3-indol-butírico), para el número de raíces con 18,58 raíces y para el tamaño de raíces con 15,42 cm.

En la investigación de Oliva y Rimachi (2018), presentó resultados superiores en el porcentaje de enraizamiento de *Alnus acuminata* H.B.K. usando brotes de la parte media y apical mediante la influencia de 3 dosis de AIB (ácido 3-indol-butírico). Los resultados mostraron que la dosis óptima en la propagación vegetativa del aliso fue de 4000 ppm AIB con una tasa de enraizamiento del 70% a partir de estacas de la parte apical en estado joven de la planta. Se concluyó que si es posible propagar estacas de *Alnus acuminata* H.B.K. empleando microtuneles, teniendo una tasa de enraizamiento elevada.

V. CONCLUSIONES

El mejor resultado en la comparación de los enraizadores naturales donde hubo más efecto en la propagación vegetativa de *A. acuminata* lo obtuvo el tratamiento T2 (enraizador agua de coco) en todas las evaluaciones de 30, 45, 60 y 75 días para todas las variables respuestas, seguido del tratamiento T1 (enraizador de judías negras) y por último el que hizo menos efecto lo obtuvo el tratamiento T0 (sin enraizador). Para el número y tamaño de raíces a los 75 días no hubo efecto en ninguno de los tratamientos al aplicar los enraizadores naturales.

El mejor enraizador natural identificado en la propagación vegetativa de *A. acuminata* fue el agua de coco, sin embargo, no hubo mucha diferencia significativa con el enraizador de judías negras en las variables respuestas, para el número y tamaño de raíces no hubo diferencia entre los dos enraizadores presentando escasez de raíces en las estacas.

La propagación vegetativa de esta especie si se puede lograr con las metodologías adecuadas, utilizando enraizadores naturales, teniendo en cuenta un buen sustrato, buen material vegetativo y un ambiente controlado para lograr producir plántulas de aliso, que servirán para conservación, reforestación y arboricultura.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda validar la investigación con la aplicación de diferentes enraizadores naturales en ambientes controlados como microtuneles para lograr resultados mejores en la propagación de aliso.

Para siguientes investigaciones se sugiere tomar en cuenta el enraizador agua de coco y el sustrato de turba.

Se recomienda utilizar material vegetativo semilignificado (blando) de la parte apical de la planta, es decir utilizar tallos que no sean lignificados (leñosos) para lograr enraizar las estacas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAFOR. (2003). *Alnus acuminata* H.B.K. *SIRE-Paquetes Tecnológicos*, 1-7.
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/882Alnus%20acuminata.pdf>
- Cotrina Cabello, G. G. (2019). "*PROPAGACIÓN DE LAS PLANTACIONES DE ALISO*" [*Boletín técnico, UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA*].
ResearchGate. doi:<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.28569.70243>
- Cuzco, R. A. (2014). *Propagacion vegetativa de aliso (Alnus acuminata HBK) y porotón (Erythrina edulis TRIANA EX MICHELI), utilizando tres tipos de enraizadores en la comunidad de Picalqui-Ecuador [Tesis de Grado, Uiversidad Técnica del Norte]*. Repositorio Digital.<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3611>
- Domínguez Santisteban, J. N. (2017). *Efecto de enraizadores en la propagación por estaca del Aliso (Alnus acuminata), en condiciones de vivero en la localidad de - Huacrachuco [Tesis de Grado, UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN DE HUÁNUCO]*.Repositorio Institucional.
<https://hdl.handle.net/20.500.13080/4383>
- Enríquez Cerón, H. M. (2015). *PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE QUISHUAR (Buddleja incana) Y ALISO (Alnus acuminata) EMPLEANDO TRES ENRAIZADORES EN LA GRANJA EXPERIMENTAL YUYUCOCHA, DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE [Tesis de pregrado]*. Repositorio Digital. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4321>
- Huarhua Chipani, T. (2017). *Propagación vegetativa de esquejes de queñua (Polylepis incana) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero Cuajone, Torata-Moquegua [Tesis de pregrado, UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI]*. Repositorio Institucional.
<http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/186>
- Miranda Perez, L. B. (2016). *PROPAGACION ASEXUAL DEL EUCALIPTO (Eucalyptus viminalis) CON ENRAIZADOR NATURAL (AGUA DE COCO), EN LA CAMARA DE SUB-IRRIGACION EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA [Tesis de Grado, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS]*. Repositorio Institucional. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10537>

- Miranda Rea, L. E. (2022). *EFECTO DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ALISO *Alnus acuminata*, Kunth EN LA FUNDACIÓN INTI DAQUILEMA, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO [Tesis de grado, ESPOCH].* Repositorio Institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/16103>
- Miranda, F. (2017). *Propagación de Plantas Tipos y Técnicas de Injertos.* Comisión Episcopal de Educación, La Paz. <https://formaciontecnicabolivia.org/sites/default/files/publicaciones/plantasbaja.pdf>
- Narváez Bustos, M. A. (2021). *Efecto de las hormonas de enraizamiento en la propagación asexual de *Alnus Nepalensis* D. Don en dos tipos de ambientes en la granja experimental “Yuyucocha” [Tesis de Grado, Universidad Técnica del Norte].* Repositorio Institucional. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11102>
- Oliva, M., & Rimachi, S. (2018). Enraizamiento de estaquillas de aliso *Alnus acuminata* H.B.K. a partir de árboles plus en el distrito de Molinopampa (Amazonas). *Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable*, 2(1), 14-20. doi:<http://dx.doi.org/10.25127/aps.20181.379>
- Pascolini, A. P. (2013). *Estimulación del enraizamiento de estacas con extractos de *Salix fragilis*, *Plantago lanceolata* y *Aloe vera* [Tesina, Universidad Nacional de Río Negro].* Repositorio Institucional Digital. <http://hdl.handle.net/20.500.12049/501>
- Quiroz Suárez, L. M. (2021). *Análisis de efectividad de los diferentes tipos de enraizantes naturales para la agricultura [Estudio de caso, Universidad Estatal Península de Santa Elena].* Repositorio Dspace. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6320>
- Reyes Quiñones, J. (2015). *Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas.* Vivero Agroforestal Loma Grande, Santo Domingo.
- SENAMHI. (2020). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.* Mapa Climático del Perú:

<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=amazonas&p=mapa-climatico-del-peru>

Valera, B., & Garay, J. (2017). PRODUCCIÓN VEGETAL Y ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES. *Universidad de Los Andes-CATEDRA DE PLANTACIONES*, 1-7.<http://www.ula.ve/ciencias-forestales-ambientales/indefor/wpcontent/uploads/sites/9/2017/01/Tema-4-PVEP.pdf>

Vargas Ferrel, R. M. (2017). *Propagación del aliso (Alnus acuminata) a nivel de vivero, con el uso de sustratos en Vilcabamba Grau-Apurímac [Tesis de Grado, Universida Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]*. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/672>

ZEE. (2010). *Zonificación ecológica y económica (ZEE) del departamento de Amazonas*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. <https://hdl.handle.net/20.500.12921/294>

ANEXOS

Anexo 1: Registro semanal de la temperatura en el área experimental

Tabla 12

Datos de registro semanal de la temperatura en toda la fase de experimentación

Temperatura °C					
Día	Fecha	8:00 a.m.	12:30	4:00 p.m.	Promedio
Martes	8/11/2022	21	24	21	22.0
Martes	15/11/2022	20	21	19	20.0
Martes	22/11/2022	19	23	20	20.7
Martes	29/11/2022	18	20	19	19.0
Martes	6/12/2022	23	25	21	23.0
Martes	13/12/2022	20	23	20	21.0
Martes	20/12/2022	23	29	22	24.7
Martes	27/12/2022	22	26	21	23.0
Martes	3/01/2023	22	25	21	22.7
Martes	10/01/2023	18	20	19	19.0
Martes	17/01/2023	20	22	20	20.7
Martes	24/01/2023	19	21	20	20.0
Martes	31/01/2023	22	24	20	22.0

Nota: Elaboración propia.

Anexo 2: Data recolectada en toda la investigación

Tabla 13

Base de datos de las variables en toda la fase de experimentación

TT	Núm. de brote 30 días	Núm. de brote 45 días	Núm. de brote 60 días	Núm. de brote 75 días	Tam. de brote 30 días	Tam. de brote 45 días	Tam. de brote 60 días	Tam. de brote 75 días	% Prend. a 30 días	% Prend. a 45 días	% Prend. a 60 días	% Prend. a 75 días	Núm. de raíces 75 días	Tam. de raíces 75 días
T0	12	14	5	2	1.21	1.17	0.80	1.00	24	28	10	4	0	0
T0	5	6	2	3	0.68	0.90	0.90	1.00	10	12	4	6	0	0
T0	3	8	4	4	1.48	1.00	1.48	0.85	6	16	8	8	0	0
T0	9	8	2	2	0.83	0.68	0.60	0.90	18	16	4	4	0	0
T0	7	6	4	3	0.91	0.87	0.55	0.95	14	12	8	6	0	0
T1	6	11	10	3	1.09	1.63	1.85	0.97	12	22	20	6	0	0
T1	8	8	5	3	0.60	0.64	0.53	0.53	16	16	10	6	0	0
T1	10	10	4	4	0.53	0.59	0.73	0.73	20	20	8	8	0	0
T1	7	7	7	6	1.00	0.90	0.93	1.03	14	14	14	12	0	0
T1	9	8	4	5	1.04	0.78	0.85	1.00	18	16	8	10	0	0
T2	8	8	8	4	1.53	1.06	0.99	1.10	16	16	16	8	0	0
T2	13	13	7	4	0.88	0.73	0.58	1.00	26	26	14	8	0	0
T2	10	10	6	9	1.43	0.80	0.89	1.10	20	20	12	18	0	0
T2	10	10	6	5	1.29	1.24	1.02	1.20	20	20	12	10	0	0
T2	11	13	9	10	0.84	1.20	1.49	1.51	22	26	18	20	0	0

Anexo 3: Sección fotográfica

Figura 12

Preparación del área experimental en vivero



Figura 13

Desinfección de tijeras y recolección de material vegetal

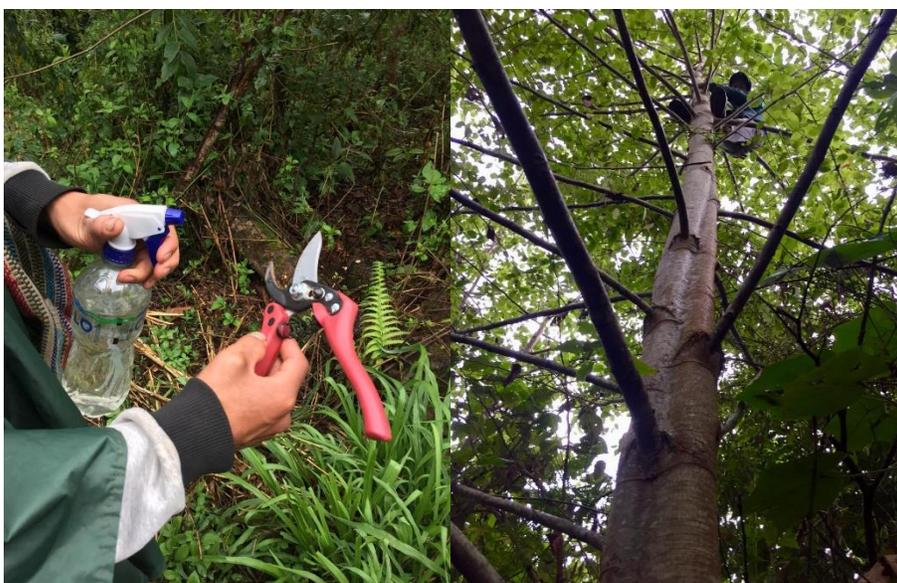


Figura 14

Preparación de las estacas de A. acuminata



Figura 15

Preparación de los enraizadores naturales agua de coco y de judías negras



Figura 16.

Desinfección de las estacas de Aliso con el fungicida sulfato de cobre pentahidratado



Figura 17.

Aplicación de los enraizadores naturales para cada tratamiento



Figura 18.

Obtención y desinfección del sustrato



Figura 19.

Construcción de la cama almaciguera



Figura 20.

Acondicionamiento de las estacas en la cama de almacigo



Figura 21.

Sellado de las estacas con la pasta fúngica preparada



Figura 22

Evaluación de la variable número de brotes para las estacas de A. acuminata

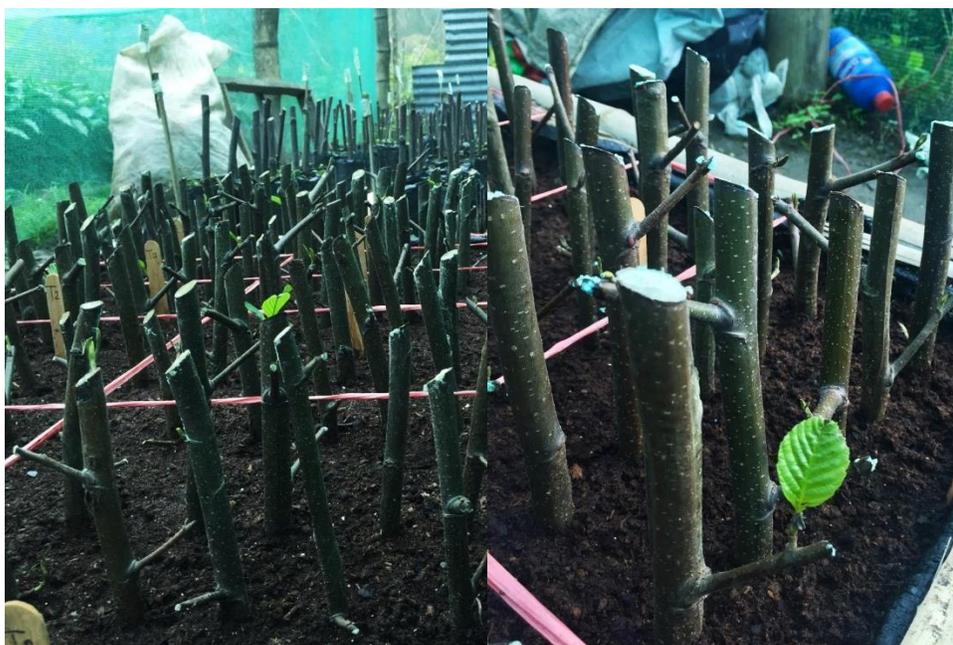


Figura 23

Evaluación de la variable tamaño de brotes para las estacas de A. acuminata



Figura 24

Evaluación de la variable número y tamaño de raíces de A. acuminata



Anexo 4: Script de análisis estadístico en RStudio

```
#Directorio de trabajo

setwd("C:/Users/Usuario/Downloads/IX CICLO/MI PROYECTO-TESIS/TESIS-ALNUS
A/PROYECTO TESIS FINAL-2023/ME-RSTUDIO")

#Cargamos las librerías siguientes

library(ggplot2)

library("xlsx")

#Cargamos la base de datos

numero_brotes<-read.xlsx("numero_brotesfinal.xlsx",sheetIndex = 1)

numero_brotes

numero_brotes<-read.xlsx("prend.xlsx",sheetIndex = 1)

numero_brotes

#Vemos la estructura de nuestros datos:

str(numero_brotes)

#Test normalidad Kolmogórov smirnow ( >50 )

library(nortest)

lillie.test(numero_brotes$NÚMERO_BROTOS_30_DÍAS)

#Test homogeneidad de varianzas:

fligner.test(NÚMERO_BROTOS_30_DÍAS ~ TRATAMIENTOS, data = numero_brotes)

##Comprobamos si nuestros residuos son normales, requisito de un ANOVA:

par(mfrow=c(2,2))

plot(nuestraanova)

#ANOVA DE UN FACTOR

nuestraanova <- lm(NÚMERO_BROTOS_30_DÍAS~TRATAMIENTOS,
data=numero_brotes)

nuestromodelo <- anova(nuestraanova)

nuestromodelo
```

```

#Prueba Tukey 5%
TukeyHSD(anova)
#Grafica media de barras con error
library(tidyverse)
ggplot(data = numero_brotes,
        mapping = aes(x = TRATAMIENTOS,
                       y = TAMAÑO_BROTOS_30_DÍAS))+
  stat_summary(fun = mean, geom = "bar", fill = "grey", color = "black")+theme_classic()
#Barras de desviación estándar con ggplot2
library(Hmisc)
ggplot(data = numero_brotes,
        mapping = aes(x = TRATAMIENTOS,
                       y = NÚMERO_BROTOS_30_DÍAS))+
  stat_summary(fun = mean, geom = "bar", fill = "grey", color = "black")+
  stat_summary(fun.data = mean_sdl, geom = "errorbar", width = .2,
              position = "dodge")+theme_classic()
#Cambia las barras a error estandar
ggplot(data = numero_brotes,
        mapping = aes(x = TRATAMIENTOS,
                       y = NÚMERO_BROTOS_30_DÍAS))+
  stat_summary(fun = mean, geom = "bar", fill = "grey", color = "black")+
  stat_summary(fun.data = mean_se, geom = "errorbar", width = .2,
              position = "dodge")+theme_classic()

```