UEA Forestal
PrePrint UEA

Sección Forestal
Vol. FOR2424. ep04–342

| Recibido: 04/09/2024 |
| Aceptado: 04/10/2024 |
| Publicado: 26/11/2026 |

Evaluación de la germinación y el crecimiento inicial de plántulas de *Alnus glutinosa* (aliso) a nivel de vivero empleando tres diferentes tipos de sustratos

Evaluation of germination and initial growth of *Alnus glutinosa* (alder) seedlings at nursery level using three different types of substrates

Korawa Ñusta Tiche Tocalema[1], Dina Maribel Llumitasig Quinde[1] Christopher Oswaldo Paredes Ulloa[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vFOR2424ep04-342 Crossref

Resumen

El artículo muestra la experimentación con cuatro tipos de sustratos para germinar semillas de *Alnus glutinosa* (Aliso). Se determinaron cuatro tratamientos, T1 (25% humus de lombriz, 50% tierra, 25% cascarilla), T2 (25% compost orgánico, 50% tierra negra,25% arena), T3 (50% compost orgánico, 50% tierra negra) y T4 (Tierra obtenida del sitio de recolección de las semillas). En el estudio se emplearon 30 semillas de aliso para germinar en vivero. Durante el periodo de germinación se regó la tierra dos veces por día durante 45 días. Luego se tomaron medidas pasados 51 días de la germinación. Así se obtuvieron los siguientes resultados: El Tratamiento 2 obtuvo 23 germinaciones. El Tratamiento 1 tiene mayor porcentaje de supervivencia por tratamiento (87.5%). El Tratamiento 3 tiene el mejor promedio de diámetro por tratamiento, con 0.16 mm. Y, el Tratamiento 3 tiene un promedio de 2.33 cm de longitud de las raíces.

Palabras clave

aliso, glutinosa, tratamientos, vivero, humus

Abstract

The article shows experimentation with four types of substrates to germinate seeds of *Alnus glutinosa* (Alder). Four treatments were determined, T1 (25% worm castings, 50% soil, 25% husk), T2 (25% organic compost, 50% black soil, 25% sand), T3 (50% organic compost, 50% black soil) and T4 (Land obtained from the seed collection site). In the study, 30 alder seeds were used to germinate in the nursery garden. During the germination period, the land was watered twice a day for 45 days. Then measurements were taken after 51 days after germination. The following results were obtained: Treatment 2 obtained 23 germinations. Treatment 1 has the highest survival rate per treatment (87.5%). Treatment 3 has the best average diameter per treatment. 0.16 mm. And, Treatment 3 has an average of 2.33 cm in root length.

Keywords

alder, glutinosa, treatments, nursery Garden, humus

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador.. Pastaza, Ecuador. Email: kn.tchet@uea.edu.ec, dm.llumitasigq@uea.edu, co.paredesu@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Korawa Ñusta Tiche Tocalema. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador.. Pastaza, Ecuador. Email: kn.tchet@uea.edu.ec

Cómo citar

TICHE TOCALEMA, Korawa Ñusta, LLUMITASIG QUINDE, Dina Maribel and PAREDES ULLOA, Christopher Oswaldo 2026. **Evaluación de la germinación y el crecimiento inicial de plántulas de *Alnus glutinosa* (aliso) a nivel de vivero empleando tres diferentes tipos de sustratos**. PrePrint UEA. Vol. FOR2424. p. ep04–342. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vFOR2424ep04-342

Editores Académicos Sucoshañay Villalba Darwin Javier

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

En el contexto latinoamericano, el género Alnus se lo conoce como aile, alder o aliso. El (aliso)*Alnus glutinosa* es un árbol común de la región andina. Su cultivo data de épocas prehispánicas. Fue utilizado en el arte textil de las culturas Ancón, Chancay, Inca, Nazca, Tiahuanacu y Wari. De modo que se han encontrado fibras de color que fueron teñidas con las hojas y cortezas del aliso. (CONFIT, 1996)

Los especialistas en Alnus consideran que la especie de América Central y del Sur es una sola. Sin embargo, en las zonas andinas los técnicos encontraron una variedad en el Alnus spp, en la que identificaron el aliso rojo en las estribaciones de los Andes, en particular en las zonas húmedas. Mientras que un tipo de aliso blanco fue hallado en las laderas de valles interandinos, en climas secos y con significativas heladas. (CATIE, 1995)

Los alisos son utilizados para reparar los sistemas agrícolas, de tal modo que estos árboles respaldan la agricultura sostenible, estabilizan los suelos y el clima, mientras regulan los flujos de agua. Además, proveen de sombra a especies menores y humanos. En tanto, los animales polinizadores y depredadores los utilizan como hábitat. La introducción de árboles en un agroecosistema permite que los nutrientes se reciclen por medio de su sistema de raíces profundas. (BASTIDAS, et al. 2022)

Se ha visto que la madera del aliso se emplea para fabricar muebles rústicos, cajones, yugos y hormas de calzado. Los rechazos se usan como leña y carbón. Sus cortezas se utilizan en la industria textil ya que posee un tinte amarillo, mientras que los taninos se emplean en la curtiembre. También se le ha adjudicado propiedades medicinales para el tratamiento de reumas, inflamaciones y antiséptico de heridas infectadas. (INSTITUTO ECUATORIANO FORESTAL Y DE ÁREAS NATURALES Y DE VIDA SILVESTRE, 2003)

El Aliso ecuatoriano crece mejor si se encuentra en suelos profundos, húmedos o que tengan un drenaje óptimo y un porcentaje de humus generoso. De este modo, se lo puede encontrar en las provincias del Carchi y Loja. También se los encuentra en otras regiones del Ecuador, conocidas como la boca y ceja de la alta montaña, en las que predomina la condensación de la neblina, y geográficamente se hallan a alturas entre los 1500 y 4000 msnm. Entre las provincias que reúnen estas condiciones están Chimborazo, Napo, Azuay y Tungurahua. (LOZANO, 2015)

Estudios revelan la germinación y el crecimiento del aliso en sitios cerrados se logra con ayuda de fertilizantes, tierras naturales propias de su hábitat y sustratos potenciados con fibras o lodos residuales (YANGUICELA, 2020). De este modo, se han logrado producir un porcentaje de plantas de aliso para su trasplantación a sitios que requieren reforestación. Puesto que el valor económico que tiene esta especie para el ser humano ha provocado que se tale en gran proporción, y a causa de este factor se ha reducido su población. (PACHECO, 2016)

En todo caso, buscar un método con el que se pueda manejar su germinación y producción provee a la sociedad una oportunidad para reforestar zonas dañadas por la tala o la agricultura. En cierto sentido, mediante una revisión bibliográfica exhaustiva se encontraron variantes tanto en especie de Alnus, como en métodos, sustratos y fertilizantes empleados para una eficiente producción de la especie.

En esta investigación se muestra la evaluación de germinación y crecimiento de plántulas de Alnus glutinosa (aliso) mediante tres tratamientos y un tratamiento testigo. De modo que se tiene: uno con 25 %humus de lombriz, 50 % tierra y 25 % cascarilla. Otro con 25 % compost orgánico, 50 % tierra negra y 25 % arena. Un tercero consta de un 50 % de compost orgánico y 50 % tierra negra. Y, por último, el tratamiento testigo con tierra nativa del lugar en el que se tomaron las semillas. Para cada uno de ellos se emplearon 30 semillas Alnus glutinosa.

2. Metodología

2.1. Área de estudio

2.1.1. Características climáticas de la zona de estudio

El vivero en el que se realizará la evaluación se ubica en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Juan Benigno Vela. Se detallan las siguientes coordenadas geográficas 1°19’23.6"S 78°43’23.2"W **Figura 1 y Tabla 1**.

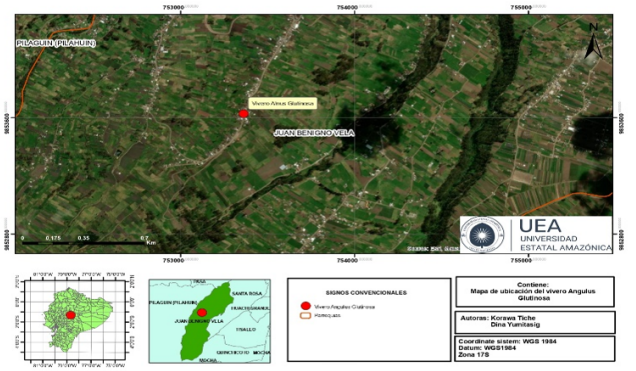

Figura 1 | Ubicación geográfica del vivero en la provincia de Tungurahua.

Tabla 1 | Características climáticas de la zona de estudio

Parámetros	Características
Temperatura	Máxima 23°C - mínima 17°C
Precipitación media anual	1490 mm de lluvia
Heliofanía	771 horas
Nubosidad	70%
Humedad relativa	76%

2.2. Característica del (Aliso) Alnus glutinosa

2.2.1. Nomenclatura

Alnus glutinosa (L.) Gaertn.

Nombre común

Aliso; Alno; Umero; Omero; Vinagrera (Shaw et al.,2014)

2.2.2. Taxonomía

Reino: Plantae

Nombre científico: *Alnus glutinosa*

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Familia: Betulácea

Género: Alnus

Especie: Alnus glutinosa (L.) Gaertn. (Shaw et al.,2014)

2.2.3. Descripción del árbol

Altura: alcanza los 30 metros de altura. Su estatura media es 20 metros. (Shaw et al.,2014*)*

Copa

Durante la juventud es piramidal.

Se redondea irregularmente al madurar (zonas abiertas). (Shaw et al.,2014)

2.2.4. Tronco / corteza

Tronco recto.

Corteza color pardo oscura.

Lisa.

Agrietada al madura. (Shaw et al.,2014)

2.2.5. Hojas

Hojas jóvenes pegajosas.

Caducas, alternadas, redondeadas de manera elíptica, brillantes y más anchas en la mitad superior.

Tienen un margen sinuoso o algo serrado con rabillo bien marcado. (Shaw et al.,2014)

Flores

Monoica con amentos masculinos colgantes (albergan el polen).

Amentos largos, cilíndricos y escamosos.

Amentos miden entre 5-12 cm.

Amentos femeninos son erectos y miden entre 1 a 2 cm.

Amentos femeninos emparejados.

Florece entre febrero y marzo .

2.2.6. Frutos

Tienen forma de nuez o piña.

Miden entre 1 a 2.5 cm.

Son leñosas. Albergan dos frutos en su interior.

Los frutos tienen pequeñas alas aovadas.

Maduran a finales de verano.

2.2.7. Hábitat

Se lo encuentra frecuentemente en riberas de ríos y arroyos. De este modo forma bosques de galería en el que habitan otras especies. Se los encuentra en zonas montañosas, en laderas que contengan alta humedad. El árbol de aliso soporta el frío y calor. Se considera que debe tener un nivel freático alto. Su habitad va desde los 0 a 1700 metros de altura. (Herrera et al., 1998)

2.2.8. Suelos

El aliso es indiferente a la naturaleza de los suelos. Sin embargo, se considera que prefiere los suelos silicios, fértiles y constantemente húmedos. Las raíces tienen nódulos en los que habitan hongos que captan el nitrógeno de la tierra. (Herrera et al., 1998)

2.2.9. Aprovechamientos

La madera no se pudre en el agua.

La madera se emplea para obras hidráulicas y postes.

Cubiertos, lápices y juguetes.

La corteza tiene taninos, empleados en la curtiembre de pieles.

Es ornamental. (Herrera et al., 1998)

2.2.10. Amenazas

Alteración de ríos y arroyos.

Tala indiscriminada.

Cambios climáticos.

2.3. Tipos de sustratos

2.3.1. Humus de Lombriz

El humus de lombriz es un abono orgánico. Este abono se genera por ecotecnología de vermicompost en el que intervienen diferentes especies de lombrices de tierra. El excremento de la lombriz genera la vermicomposta. En el momento que se humifica el abono se estabiliza y toma el nombre de humus de lombriz. Tiene un grado de descomposición elevado, este le permite conservarse durante largo tiempo. (Guzmán & Somarriba, 2004)

El humus de lombriz puede corregir y mejor las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. Incrementa la cantidad de nitrógeno, fósforo y azufre. También, inactiva los residuos de plagas. Inhabilita el crecimiento de hongos o bacterias patógenas. Mejora la permeabilidad y aireación. Retiene mejor la humedad y neutraliza las sustancias toxicas como restos de herbicidas e insecticidas. (Guzmán & Somarriba, 2004)

2.3.2. Tierra negra

La tierra negra es el resultado de la descomposición de la materia orgánica proveniente de restos de animales o de hojas de árboles. Estos restos son absorbidos por el suelo como nutrientes. (portalfruticola, 2019)

La tierra negra tiene materia orgánica que se dispone en partículas pequeñas, de este modo la textura que adquiere le permite captar mejor el agua. Sus propiedades físicas mejoran la circulación del agua entre raíces. La tierra negra posee bacterias capaces de absorber el nitrógeno del aire y depositarlo en el suelo. Tiene un alto nivel de fertilidad. (portalfruticola, 2019)

2.3.3. Arena

La arena de río es un sustrato usado en la agricultura para la germinación de semillas y desarrollar plántulas. Sirve para el embolsado de plantas (ecoagricultor, 2018). La arena se emplea para aportar drenaje a las plantas e impedir el apelmazamiento. La arena de río lavada es la mejor alternativa para elaborar semilleros a partes iguales con humus de lombriz. (Rada, 2017)

2.3.4. Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es un sustrato biológico de baja taza de descomposición debido a su alto nivel de silicio. Es un sustrato liviano, de buen drenaje y aireación. Además, tiene excelente inercia química. Deben considerarse los residuos que se filtran después de la cosecha. La forma de procesarla es humedecerla en un recipiente con agua durante veinte días, se debe cambiar el agua cada 2 o 3 días. (Velásquez, 1994)

2.3.5. Tierra del lugar (originaria)

Es la tierra recolectada del lugar en el que se encontraba el árbol semillero. En este caso fue tierra de la Comunidad Condesan.

2.6. Tipo de investigación

En esta investigación se empleó la investigación descriptiva y de campo.

De acuerdo (HERNÁNDEZ, 2014) la investigación descriptiva se utiliza para establecer descripciones, registros, análisis e interpretaciones de resultados obtenidos durante pruebas de laboratorio. De modo que identifica las características particulares del objeto de estudio en un sector demográfico determinado. Además, las investigaciones descriptivas recogen datos cuantificables a través de varios métodos de observación medible, por lo que, los resultados pueden ser sujetos de pruebas estadísticas.

Por otro lado, las investigaciones de campo están sujetas a interactuar directamente con el objeto de estudio (HERNÁNDEZ, 2014). En este caso, se trata con plántulas de

Alnus glutinosa (aliso) y tres tipos de sustratos, de los que se obtendrán resultados del desarrollo de la especie en el vivero.

2.7. Muestreo

El muestreo se realizó en la ciudad de Ambato, en la Comunidad Condesan, en la que se encuentra una plantación de aliso. En el lugar se encontró un árbol semillero con las características dasométricas y fenotípicas óptimas para la recolección de las semillas **(Tabla 2).** En la recolección de semillas se tuvo el acompañamiento de un técnico de la Fundación Humana. El apoyo técnico fue importante, ya que con él se pudo ubicar a la especie en el lugar. Además, proporcionó su conocimiento acerca de la especie *Alnus glutinosa.*

Tabla 2 | Características dasometricas del árbol semillero

Especie	Altura(h)	Diámetro (DAP)	Edad (años)
Alnus glutinosa	6,83 metros	28 cm	10

Las semillas fueron recolectadas en una bolsa pequeña de plástico, luego se trasladaron al vivero para en lo posterior ser sembradas en las germinadoras con su respectivo sustrato.

2.8. Muestreo

2.8.1. Fuente primaria

La fuente primaria radica en la observación directa y manipulación sobre el objeto de estudio. Se emplean métodos técnicos en la toma muestras, de modo que se evite la intrusión perjudicial en el desarrollo natural de las plántulas.

2.8.2. Fuente secundaria

Como fuente secundaria se tomaron artículos científicos, tesis, manuales y proyectos de investigación, con los que se estableció un diálogo para encontrar similitudes, diferencias y resultados en el empleo de sustratos para la germinación y crecimiento de plántulas de *Alnus glutinosa (aliso).*

2.9. Diseño experimental y análisis estadístico

2.9.1. Tratamientos

Para esta investigación se emplearon tres tipos de sustratos, estos se encuentran especificados en la **Tabla 3.**

Tabla 3 | Tratamientos empleados para la germinación

TRATAMIENTO	CARACTERISTICAS	Unidades Alnus glutinosa
T1	25%humus de lombriz, 50 % tierra, 25% cascarilla	30 unidades
T2	25% compost orgánico, 50% tierra negra,25% arena	30 unidades
T3	50% compost orgánico, 50% tierra negra	30 unidades
T4 (TESTIGO)	Tierra obtenida del sitio de recolección de las semillas (árbol semillero)	30 unidades Experimentales

El diseño experimental se basa en tres tratamientos con diferentes componentes. En el primero se emplea 25%humus de lombriz, 50% tierra y 25% cascarilla. El segundo es una combinación de 25% compost orgánico, 50% tierra negra y 25% arena. Y, el tercero consta de un 50% de compost orgánico y 50% tierra negra. Por último, se emplea un tratamiento testigo con tierra nativa del lugar en el que se tomaron las semillas. En cada uno de los tratamientos se utilizaron 30 unidades de semillas de *Alnus glutinosa.*

2.9.2. Esquema de análisis de varianza

El siguiente esquema presenta un esquema de análisis de varianza en el que se encuentran las fuentes de variación y los grados de libertad que se tomaron para el diseño experimental.

Tabla 4 | Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos	4
Error	15
Total	19

2.10. Trabajo de campo

2.10.1. Mezcla de sustratos

La combinación que se utilizó en esta investigación queda detallada en la **Tabla 4**. En tanto se utilizaron 120 semillas de Alnus glutinosa, es decir, treinta semillas por cada tratamiento.

Los sustratos fueron tamizados para evitar que se contaminaran con cualquier basura, piedras, ramas o impurezas.

2.10.2. Limpieza y secado de semillas

Las semillas que fueron extraídas desde el fruto del árbol se las pasó por tamizadores de 1,5 mm, con esto se pudo eliminar las impurezas gruesas, polvo, partículas y fragmentos de brácteas. Con esto se obtuvo entre el 80% a 90% de la pureza de las semillas.

2.10.3. Siembra

En un principio la semilla de aliso fue hidratada por 24 horas. El agua en la que fueron sumergidas las semillas estuvo a temperatura ambiente. Esto se realizó como proceso de limpieza y desinfección.

Pasadas las 24 horas se procedió a rellenar las bolsas de plástico con su respectivo sustrato. En total se utilizaron 120 bolsas de plástico de 10x15cm en las que colocó diferentes proporciones de sustrato.

Las semillas fueron introducidas en las fundas plásticas a una profundidad de 0,5 a 1 centímetro y colocadas en el germinador.

Cada tratamiento tiene 30 semillas con su respectiva secuencia de riego controlado. Así se muestra en la **Tabla 5.**

Tabla 5 | Tratamiento y unidades experimentales

Tratamientos	Unidades experimentales
T1=HL+T+C	30
T2=CO+TN+A	30
T3=CO+TN	30
T4=T(Testigo)	30

2.11. Riego

Durante el período de germinación se llevó a cabo dos riegos diarios durante 45 días. Esto se determinó tomando en cuenta las características ambientales del sector, como: porcentaje de nubosidad y humedad relativa, de este modo se pudo determinar que el método de riego sea con regadera plástica durante el período de 45 días.

2.11.1. Datos de los tratamientos

Los datos recolectados después de los días de siembra fueron registrados en un diario de campo. Durante el transcurso de la germinación se reconocieron varios datos que se registraron y posteriormente se incluyeron en una base en Excel.

2.12. Comportamiento de crecimiento

Se registraron los datos desde que se inició con la siembra, luego la germinación y posterior los inicios del desarrollo de la plántula.

2.12.1. Porcentaje (%) de supervivencia por tratamiento

Al culminar el período de germinación y principios de crecimiento se procedió a contabilizar el número de semillas germinadas. Con esta información se procedió a emplear la siguiente **ecuación 1**

$$Ps = \frac{\text{número de plantas vivas}}{\text{número de plantas germinadas}} \times 100 \qquad (1)$$

2.12.2. Altura de la plántula (cm)

La altura de la plántula se midió con una regla y las medidas fueron registradas en centímetros.

2.12.3. Diámetro del tallo (mm)

La longitud del tallo se midió con la ayuda de un calibrador pie de rey. Las medidas registradas se expresaron en milímetros.

2.12.4. Número de hojas

En cada uno de los tratamientos se contó la cantidad de hojas

2.12.5. Longitud de raíz (cm)

Las medidas se tomaron desde el cuello de la raíz hasta su parte final. Para este procedimiento se empleó una regla y sus cantidades se registraron en centímetros.

2.13. Materiales y equipos

2.13.1. Materiales de campo

Suelo; Pala; Rastrillo; Baldes plásticos; Dos paquetes de 100 bolsas de polietileno; Semillas de (aliso)*Alnus glutinosa*; Regla; Calibrador pie de rey; Botas; Guantes.

2.13.2. Materiales de oficina

Libreta; Diario de campo; Computadora portátil.

3. Resultados y discusión

3.1. Análisis del comportamiento germinativo

La **Tabla 6** expresa los resultados desde el día uno de sembrado hasta el fin de la germinación (45 días). Los datos están separados por tratamientos. La "X" define no germinado, mientras que los números expresan la cantidad de plantas germinadas en ese día.

Tabla 6 | Registro de germinación de Alnus glutinosa (45 días)

Fecha	T1	T2	T3	T4(testigo)
27/3/2024	X	X	X	X
28/3/2024	X	X	X	X
29/3/2024	X	X	X	X
30/3/2024	X	X	X	X
31/3/2024	X	X	X	X
01/4/2024	X	X	X	X
02/4/2024	X	X	X	X
03/4/2024	X	X	X	X
04/4/2024	X	X	X	X
05/4/2024	X	1	3	X
06/4/2024	X	2	2	X
07/4/2024	1	1	1	X
08/4/2024	3	X	X	X
09/4/2024	X	4	1	2
10/4/2024	1	X	X	1
11/4/2024	4	2	X	X

12/4/2024	X	1	X	X
13/4/2024	X	X	1	X
14/4/2024	1	X	1	1
15/4/2024	1	X	X	X
16/4/2024	X	X	X	2
17/4/2024	X	3	3	X
18/4/2024	X	X	1	X
19/4/2024	X	X	1	X
20/4/2024	X	X	1	X
21/4/2024	X	X	X	X
22/4/2024	X	X	X	3
23/4/2024	1	2	X	X
24/4/2024	X	1	1	1
25/4/2024	X	1	X	1
26/4/2024	2	1	1	2
27/4/2024	2	X	X	X
28/4/2024	X	X	X	X
29/4/2024	X	X	X	X
30/4/2024	X	X	1	X
01/5/2024	X	X	X	X
02/5/2024	X	2	X	X
03/5/2024	X	2	X	X
04/5/2024	X	X	X	X
05/5/2024	X	X	X	X
06/5/2024	X	X	X	X
07/5/2024	X	X	X	X
08/5/2024	X	X	X	X
09/5/2024	X	X	X	X
10/5/2024	X	X	X	X
Total de semillas germinadas por cada tratamiento	16	23	16	13

Los resultados muestran que el tratamiento1 (HL+T+C) muestra una semilla germinada al décimo segundo día de riego. Al siguiente día se registran tres germinaciones más. Luego de dos días aparecen otras cinco germinaciones. Y se mantiene esa irregularidad hasta culminar en 16 germinaciones.

El segundo tratamiento T2 (CO+TN+A) muestra su primera germinación al décimo día. En los días posteriores se registran otras tres germinaciones (4). Pasado un día se registran 4 germinaciones más. Un día después aparecen 2 y luego 1 germinación. El proceso se mantiene irregular, a veces la espera es de tres a seis días. Al finalizar se tienen 23 germinaciones.

El tercer tratamiento T3 (T3=CO+TN) muestra sus primeras germinaciones el día diez, once y doce, en lo que se registran 3, 2 y 1 germinaciones respectivamente. Pasado un día se registra 1 germinación más. Las germinaciones en el tratamiento T3 aparecen regularmente pasados dos o tres días, hasta el día treinta y cinco en el que ya no hay registro.

El cuarto tratamiento T4 (Testigo) registra su primera germinación el día catorce después de la siembra, aparecen 2 germinaciones, el siguiente día se registra 1 más. Luego de un día aparece otra y se mantiene irregular. Las germinaciones aparecen después de tres a seis días, otras pasado un día. De este modo se logró obtener 13 germinaciones.

3.2. Porcentaje (%) de supervivencia por tratamiento

Para determinar el Porcentaje (%) de supervivencia por tratamiento se empleó la siguiente **ecuación 2**

$$Ps = \frac{\text{número de plantas vivas}}{\text{número de plantas germinadas}} \times 100 \qquad (2)$$

A continuación, se muestran en la **Tabla 7** los datos a operar:

Tabla 7 | Registro de las alturas de cada plántula por tratamiento

Tratamiento	Número de plantas vivas	Altura (cm)	Plantas no vivas
T1	14	1.3;1;1.8;2.4;1.7;1.2;1.5;2.5;1;0.8;1.8;2;1.2;1.5	2
T2	18	1;1;1.2;1.6;0.7;1;1.5;0.5;1.2;1.9;1.6;2.1;1.1;1;1.6;1.4;1.7;2	5
T3	11	1.5;1.8;1;1.3;1.6;1;1;1.2;1.6;0.7;1	5
T4(testigo)	11	0.8;1.3;1;1.8;2.4;1.7;1.2;1.5;2.5;1;0.8	2

En la **Tabla 7**. se pueden ver la tabulación de los resultados. El total de Número de plantas vivas por tratamiento es: T1=14, T2=18, T3= 11, T4=11. El total de Planta no vivas por tratamiento es: T1=2, T2=5, T3=5, T4=2.

En la **Tabla 8** Se muestran los resultados al aplicar la fórmula. Porcentaje (%) de supervivencia por tratamiento:

Tabla 8 | Porcentaje (%) de supervivencia por tratamiento

TRATAMIENTOS			
T1	T 2	T3	T 4(testigo)
Número de plantas vivas			
14	18	11	11
Número de plantas germinadas			
16	23	16	13
PORCENTAJE (%) DE SUPERVIVENCIA POR TRATAMIENTO			
87.5%	78.26%	68.75%	84.61%

La operación muestra que el Tratamiento 1 alcanzó el 87.5%, el Tratamiento 2 tiene 78.26%, mientras que el Tratamiento 3 logró 68.75% y el Tratamiento 4 alcanzó 84.61% de supervivencia por tratamiento.

3.3. Altura por tratamiento

De acuerdo a los registros de la **Tabla 8**. Se tiene los siguientes promedios

Tabla 9 | Altura promedio por tratamientos

TRATAMIENTOS			
T1	T 2	T3	T 4(testigo)
NÚMERO DE PLANTAS VIVAS			
14	18	11	11
ALTURA PROMEDIO POR TRATAMIENTO (cm)			
1.55	1.33	1.24	1.45

En la **Tabla 9** se muestran los siguientes resultados, T1=1.55 cm, T2=1.33cm, T3= 1.24 cm y T4= 1.45 cm. Siendo el Tratamiento 1 el que tienen el promedio más alto en altura **(Figura 2)**

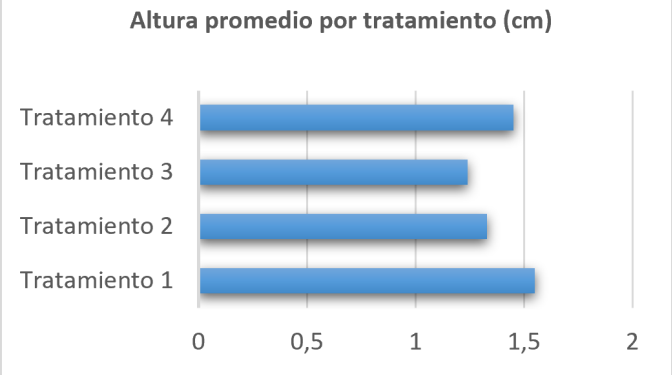

Figura 2 | Altura promedio por tratamiento (cm)

3.4. Diámetro del tallo por tratamiento

A continuación, se tomó la medida de cada planta por tratamiento, para este procedimiento se empleó un calibrador pie de rey.

Tabla 10 | Registro de diámetro de tallo en cada planta por tratamiento

Tratamiento	**Número de plantas vivas**	**Diámetro (mm)©**	**Plantas no vivas**
T1	14	0.1;0.2;0.1;0.1;0.2;0.1;0.1;0.1;0.2;0.5;0.1;0.2;0.1;0.1	2
T2	18	0.1;0.1;0.2;0.5;0.1;0.2;0.1;0.1;0.2;0.2;0.1;0.1;0.1;0.2;0.1;0.1;0.2;0.1	5
T3	11	0.1;0.1;0.2;0.5;0.1;0.2;0.1;0.1;0.2;0.2;0.1	5
T4(testigo)	11	0.1;0.1;0.2;0.2;0.1;0.1;0.1;0.2;0.1;0.1;0.2	2

A continuación, en la **Tabla 10** se muestran los resultados en promedio de diámetro de tallo por tratamiento.

Tabla 11 | Promedio de diámetro de tallo por tratamiento (mm)

TRATAMIENTOS			
T1	T 2	T 3	T4(testigo)
NÚMERO DE PLANTAS VIVAS			
14	18	11	11
PROMEDIO DE DIÁMETRO DE TALLO POR TRATAMIENTO (mm)			
0.16	0.15	0.17	0.13

En la **Tabla 11**. Los resultados de promedio de diámetro de tallo fueron: T1= 0.16 mm, T2= 0.15 mm, T3= 0.17mm, T4= 0.13 mm. En la **Figura 3**. Se observa que el Tratamiento 3 tiene mayor promedio de longitud de diámetro.

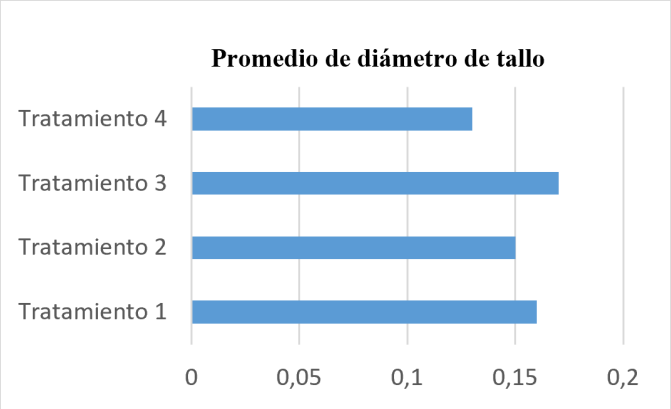

Figura 3 | Resultados de promedio de diámetro de tallo

3.5. Longitud de raíz por tratamiento

En la **Tabla 12**. Se pueden observar los registros de longitud de raíz de cada plántula por tratamiento.

Tabla 12 | Registros de longitud de raíz de cada plántula por tratamiento

Tratamientos	Número de plantas vivas	Longitud de raíz (cm)	Plantas no vivas
T1	14	1.5;3;1;1.7;1.2;2.1;1.8;1.9;1.3;1.9;1.9;3.1;1.9;2.2	2
T2	18	1.1;1.9;3.1;1.9;2.3;1.3;1.8;1.4;1.9;3.1;1.9;1.9;3.1;1.9;1.8;1.9;1.1;3.1	5
T3	11	2.1;2;1.7;1.8;3.1;1.8;3.9;1.3;1.9;1.9;3.1	5
T4(testigo)	11	1.9;1.1;1.9;1.7;1.3;1.8;1.4;1.9;2.1;1.9;1.7;2.2;1.9;1.8;1.9	2

A continuación, se muestran los resultados de promedio de longitud de raíz por tratamiento.

Tabla 13 | Promedio de longitud de raíz por tratamiento

TRATAMIENTOS			
T 1	T2	T3	T 4(testigo)
NÚMERO DE PLANTAS VIVAS			
14	18	11	11
PROMEDIO DE LONGITUD DE RAÍZ POR TRATAMIENTO (cm)			
1.89	2.02	2.23	1.77

En la **Tabla 13**. Se expresan los resultados de promedio de longitud de la raíz fueron: T1= 1.89 cm, T2= 2.02 cm, T3= 2.23 cm, T4= 1.77 cm. En la **Figura 4** se observa que el Tratamiento 3 tiene mayor promedio de longitud de raíz por tratamiento.

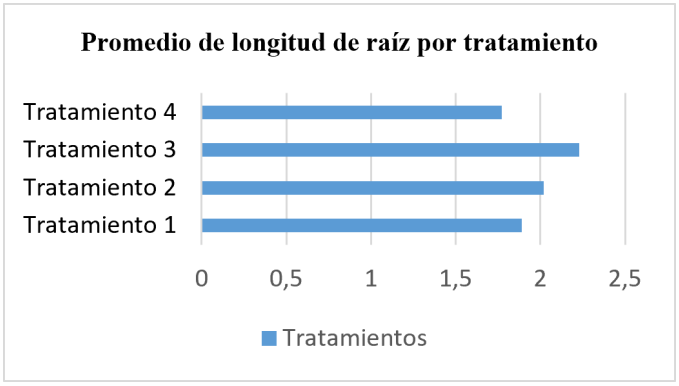

Figura 4 | Promedio de longitud de raíz por tratamiento

Los datos se tomaron después de 51 días pasada la germinación. La fecha en que se levantó la información fue el 30 de junio de 2024.

3.6. Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene que el Tratamiento 2, logró un mayor número de semillas germinadas, 23 en total. Seguido del Tratamiento 1, con 16 semillas germinadas. Es decir, la mezcla de 25% compost orgánico, 50% tierra negra y 25% arena produce mayores cantidades de germinaciones. En un estudio de YANGUICELA, (2020) demostró que una mezcla de 50% abono orgánico y 50% tierra del lugar produce mayor cantidad de germinaciones. Además, que al reducir al 25% el abono orgánico e incrementar la tierra del lugar a 75% provoca una mejor cantidad de germinaciones. Las germinaciones se dieron entre 21 días. En este estudio las germinaciones se dieron a los 10 días. Así también, una investigación de JIMENEZ, (2022) en la que empleó semillas de (Aliso) *Alnus acuminata* demostró que la combinación de 30% tierra negra y un 70% arena logra un 99.05% de germinación. Debe considerarse la especie Aliso que empleó como un factor importante, no obstante, vale destacar el uso de arena como parte del compost.

En los resultados obtenidos, se encuentra que el Tratamiento 1 tiene mayor porcentaje de supervivencia por tratamiento (87.5%), es decir la mezcla de 25% humus de lombriz,

50% tierra, 25% cascarilla. El segundo mejor porcentaje fue el Tratamiento 4. (84.61%) en el que se empleó tierra originaria. LOEWE, (2003) menciona que es frecuente encontrar *Alnus glutinosa* en suelos húmedos, en riberas de rios y lagos. Los suelos en que mejor crece tienen un alto contenido de hierro (Fe) intercambiable y aluminio (Al). De acuerdo con FERTILAB, (2024) el humus de lombriz contiene 0.02% de hierro, entre otros nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, carbono, sodio y cobre. En todo caso, se debe considerar que el Tratamiento 4 puede contener una cantidad considerable de minerales propios de la tierra originaria.

La mayor altura promedio fue del Tratamiento 1 con 1.55 cm. Demostrando que la mezcla de 25% humus de lombriz, 50% tierra, 25% cascarilla tiene mayor cantidad de nutrientes que favorecen el crecimiento. Loewe, (2003) menciona que las plántulas emergen entre tres o cuatro semana en viveros. El crecimiento de las plántulas es bastante lento en los primeros meses y se acelera en otoño. Además, para su trasplante las plántulas utilizan un sustrato de turba y vermiculita, de este modo pueden alcanzar hasta 75 cm de altura. Advierte que las plántulas son sensibles a la deshidratación, exigentes en luminosidad para germinar y desarrollarse. Recomienda mojar el suelo entre 10 y 30 cm de profundidad y emplear sombreadores. Determina que el crecimiento promedio anual de las plántulas es 51 cm. Por otro lado, el caso de JIMENEZ, (2022) en *Alnus glutinosa* muestra que después de 40 días de la siembra el promedio de altura fue de 3.51 en compost de tierra negra y arena.

En cuanto al promedio de diámetro por tratamiento se encuentra que el Tratamiento 3. (50% compost orgánico y 50% tierra negra) es el más efectivo con 0.16 mm. JIMENEZ, (2022) no encontró diferencias en diámetro de tallo en ninguno de los tratamientos empleados en *Alnus glutinosa*. Mientras que Loewe, (2003) menciona que el diámetro de tallo puede variar entre 32 mm a 5 mm por año, en ese periodo de tiempo corre una mortalidad de 5%.

Los resultados muestran que el Tratamiento 3 tiene un promedio de 2.33 cm de longitud de las raíces. En el estudio de Cuzco, (2014) en la que se empleó *Alnus glutinosa* con un sustrato de tierra de vivero, tierra de páramo, humus, arena de rio y enraizante, se obtuvo que en 60 días la raíz alcanzó una longitud media de 14 cm.

4. Conclusiones

El Tratamiento 1 proporciona la mayor supervivencia en las plantas, con un 87.5% de éxito, mientras que el Tratamiento 3 sobresale en el desarrollo de raíces, alcanzando el promedio más alto de longitud con 2.33 cm.

El Tratamiento 2 demuestra una mayor eficacia en la germinación, evidenciada por la mayor cantidad de semillas germinadas, alcanzando un total de 23 semillas que permanecen viables.

Contribuciones de los autores:

Korawa Ñusta Tiche Tocalema: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Dina Maribel Llumitasig Quinde: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Christopher Oswaldo Paredes Ulloa: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada.

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

Bastidas, H., Benítez, M., Gutiérrez, M., Martínez, A., Morejón, M., & Román, W. (2022). Servicios ambientales de tres sistemas silvopastoriles introducidos en la provincia de Cotopaxi, Ecuador. Revista Cubana de Ciencias Forestales 10 (2), 262-277.

CATIE. (1995). Alnus acuminata spp. arguta, (Schlechtendal) Furlow. ESPECIE DE ÁRBOL DE USO MULTIPLE EN AMÉRICA CENTRAL. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

CONFIT. (1996). Latifoliadas Zona Alta. No. 2. Aliso. Bogotá: Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal.

Cuzco, R. (2014). Propagación vegetativa de Aliso (Alnus acuminata H.B.K) y Porotón ((Erythrina edulis Triana ex Michel) utilizando tre tipos de enraizadores en la comunidad de Picalqui del cantón Pedro Moncaño. Ibarra: Universidad Técnica del norte.

Ecoagricultor. (2018). ecoagricultor.com. Obtenido de https://www.ecoagricultor.com/sustrato-plantas-macetas/

FERTILAB. (25 de Julio de 2024). https://www.fertilab.com.mx/. Obtenido de https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/El-Humus-de-Lombriz.pdf

Guzmán, F., & Somarriba, J. (2004). Guía de lombricultura. Managua: Universidad Nacional Agraria.

HERNÁNDEZ, R. (2014). Metodología de la investigación. México D.F: Mc Graw Hill Education.

Herrera, D., Martha, G., Loewe, V., & Gabriel, P. (1998). Aliso común. Alnus glutinosa. Santiago: INFOR.

INSTITUTO ECUATORIANO FORESTAL Y DE ÁREAS NATURALES Y DE VIDA SILVESTRE. (2003). Autoecología del Aliso. Cartilla N-2, 1-2.

Jiménez, W. (2022). Evaluación de tres tipos de sustratos en la propagación sexual de Aliso (Alnus Acuminata) en el cantón El Tambo, Provincia del Cañar. Riobamba: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

Loewe, V. (2003). Aliso italiano, Aliso negro, Aliso rojo, Fresno y Avellano Chileno, nuevas alternativas para producir madera. Santiago de Chile: INFOR Instituto Forestal.

LOZANO, P. (2015). Especies forestales Arbóreas y Arbustos de los bosques montanos del Ecuador. Quito: MAE y FAO.

PACHECO, E. (2016). Modelos de aprovechamiento sostenible del Aliso (Alnus Acuminata Kunth) en zonas de ladera de bosque de niebla. Journal of the Selva Andina Biosphere 4(1), 24-38.

portalfruticola. (24 de diciembre de 2019). portalfruticola.com. Obtenido de https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/12/24/que-es-la-tierra-negra-y-cuales-son-sus-usos/

Rada, M. (noviembre de 2017). ecosiembra.blogspot.com. Obtenido de http://ecosiembra.blogspot.com/2017/11/usode-arena-de-rio-para-el-cultivo-de.html

Revelo, S. (2007). Evaluación del crecimiento inicial de aliso (alnus acumi-

nata H.B.K) en plantación sola y asociado con fréjol (Phaseolus vulgaris), Arveja (Pisum sativum L.) con y sin fertilizante, provincia de Imbabura. Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad Técnica del Norte, 1-11.

Shaw, K., Roy, S., & Wilson, B. (2014). Alnus glutinosa, Common Alder. The IUCN Red List of Threatened, 1-9.

Velásquez, G. (1994). Cultivos Hidropónicos. Quito: Monserrat.

YANGUICELA, T. (2020). Uso de lodos residuales compostados como componente porcentual de sustratos en dos métodos de propagación de aliso (Alnus glutinosa) en la provincia de Pichincha, Machachi, periodo 2019-2020. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.