

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



PRODUCCIÓN DE ALISO (*Alnus acuminata HBK*) EN DIFERENTES
PORCENTAJES DE TIERRA NEGRA, ARENA Y COMPOST EN VIVERO
ANDAHUAYLAS 2017

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO PRESENTADO POR EL
BACHILLER EN CIENCIAS AGRARIAS:

Cecilio, TITO ALCARRAZ

ASESORES:

M. Sc. JUAN ALARCÓN CAMACHO

M. Sc. FRANKLIN YANQUI DÍAZ

ABANCAY - APURÍMAC – PERÚ

2019

TESIS

Producción de aliso (*alnus acuminata hbk*) en diferentes porcentajes de tierra negra, arena y compost en vivero Andahuaylas 2017

LÍNEAS DE INVESTIGACION

Tecnologías de Producción Agrícola y Post Cosecha, Biotecnología Agrícola

ASESORES

M. Sc. Juan Alarcón Camacho

Lic. Franklin Yanqui Díaz

DEDICATORIA

A mis Padres Julián e Inés (+) la luz que guía mi vida, a mis hermanos Leoncio, Honorato, Adrián, María y Richard por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante para lograr mis sueños que tanto anhelaba.

A mi señora Selmira Fernández y a mis dos tesoros José y Yeltsin por su paciencia y comprensión, por sacrificar su tiempo, por su inmenso amor y apoyo incondicional, gracias por estar siempre a mi lado.

Cecilio

AGRADECIMIENTO

A la prestigiosa casa de estudios superiores Universidad Tecnológica de los Andes a la Escuela Profesional de Agronomía y a todo el plantel administrativo.

A nuestro Señor creador por protegerme durante todo mi camino, darme fuerzas y sabiduría, por haberme permitido llegar hasta este punto porque hiciste realidad este sueño anhelado y sobre todo por haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A los asesores académicos: M. Sc, Juan Alarcón Camacho y M. Sc. Franklin Yanqui Díaz por su contribución con conocimientos y sugerencias tan acertadas durante la elaboración del presente documento de tesis.

A los docentes: Ing. Jorge Vilchez Casa, Ing. Fritz Almanza Pino y Ing, Yimmi Franco quienes fueron los que me inculcaron los conocimientos para mi formación profesional.

A mis compañeros de trabajo: Lázaro de la Cruz, Gustavo Chávez, Camilo Carrión, Crispín Atao, Aurelio Rodas, Jhon Ccoicca, Alex Palomino y a todos los que me acompañaron durante todos estos años con su cariño y su alegría sobre todo por su gran motivación en el desarrollo de mi formación profesional

Cecilio.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal, producir plantones de aliso (*Alnus acuminata HBK*) en diferentes porcentajes de tierra negra, arena y compost en vivero Andahuaylas 2017 y los objetivos específicos fueron: evaluar el porcentaje de germinación de aliso (*Alnus acuminata HBK*), número de hojas de aliso (*Alnus acuminata HBK*), altura de plántula de aliso (*Alnus acuminata HBK*), diámetro de tallo de aliso (*Alnus acuminata HBK*) y longitud de raíz de aliso (*Alnus acuminata HBK*) para alcanzar estos objetivos se ha diseñado una investigación de tipo experimental con enfoque cuantitativo y DCA, en los que se ha planteado 3 tratamientos con los siguientes detalles: tratamiento 1 (T1) con 50% de tierra negra, 33.33% de arena y 16.7% de compost, tratamiento 2 (T2) con 33.33% de tierra negra, 50% de arena y 16.7% de compost y tratamiento 3 (T3) con 16.7% de tierra negra, 33.33% de arena y 50% de compost, que a la vez contó con su respectiva caracterización, y luego de un análisis estadístico se ha llegado a las siguientes conclusiones: **el porcentaje de germinación de aliso** con diferentes porcentajes de tierra negra, arena y compost se tiene el tratamiento 3 con un promedio de 48.33% de plantones germinadas, seguido el tratamiento 1 con un promedio de 45.67% y el tratamiento 2 con un promedio de 42.33% de plantones germinadas. El indicador **número de hojas** se tiene para el tratamiento 1 un promedio de 5.223 u frente a 3.78 u del tratamiento 2, mientras que, entre los tratamientos 3 y tratamiento 1 parece no haber diferencia para dicho indicador. Respecto al indicador **altura de plántula** se obtuvieron un promedio de 8.80 cm para el tratamiento 3 frente a 7.8 cm para tratamiento 1 y 4.47 cm para tratamiento 2, Para el indicador **diámetro de tallo** , se obtuvo un diámetro de 1.06 mm para el tratamiento 3 frente a 1.12 mm para tratamiento 1 y 1.23 mm para tratamiento 2 y Para **longitud de raíz**, se obtuvo 3.4 cm para el tratamiento 3 frente a 2.88 cm para tratamiento 1 (y 1.78 cm para Tratamiento 1).

Palabras claves: Producción, manejo, instalación, conocimiento ecológico y conocimiento económico.

ABSTRACT

The main objective of this research work is to produce alder seedlings (*Alnus acuminata HBK*) in different percentages of tierra negra, arena and compost in nursery Andahuaylas 2017 and the specific objectives were: to evaluate the percentage of germination of alder (*Alnus acuminata HBK*), number of alder leaves (*Alnus acuminata HBK*), alder seedling height (*Alnus acuminata HBK*), alder stem diameter (*Alnus acuminata HBK*) and alder root length (*Alnus acuminata HBK*) to achieve these objectives, has designed an experimental research with a quantitative approach and ACD, in which 3 treatments have been proposed with the following details: treatment 1 (T1) with 50% of tierra negra, 33.33% of sand and 16.7% of compost, treatment 2 (T2) with 33.33% of tierra negra, 50% of arena and 16.7% of compost and treatment 3 (T3) with 16.7% of tierra negra, 33.33% of arena and 50% of compost that at the same time had their respective characteristics. ion, and after a statistical analysis the following conclusions have been reached: the percentage of germination of alder with different percentages of tierra negra, arena and compost is treated 3 with an average of 48.33% of germinated seedlings, followed by treatment 1 with an average of 45.67% and treatment 2 with an average of 42.33% units of germinated seedlings. the indicator number of leaves for treatment 1 has an average of 5,223 u versus 3.78 u of treatment 2, while, between treatment 3 and treatment 1 there seems to be no difference for that indicator. Regarding the seedling height indicator, an average of 8.80 cm was obtained for treatment 3 versus 7.8 cm for treatment 1 and 4.47 cm for treatment 2, for the stem diameter indicator, a diameter of 1.06 mm was obtained for treatment 3 versus at 1.12 mm for treatment 1 and 1.23 mm for treatment 2 and for root length, 3.4 cm was obtained for treatment 3 versus 2.88 cm for treatment 1 (and 1.78 cm for treatment 1).

Keywords: Production, management, installation, ecological knowledge and economic knowledge.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xvii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Objetivos.....	3
1.1.1. Objetivo general	3
1.1.2. Objetivos específicos.....	3
1.2. Justificación	3
1.3. Hipótesis.....	4

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes	5
2.2. Clasificación taxonómica de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>).....	7
2.3. Origen de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>)	7
2.4. Fenología de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>)	7
2.5. Características de frutos y semillas de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>).....	8
2.6. Usos de aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	8
2.7. Distribución y ecología de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>)	9
2.8. Fenología y reproducción de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>).....	10
2.9. Medicinales de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>)	11

2.10. Características anatómicas de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>)	11
2.10.1. El árbol	11
2.10.2. Copa	12
2.10.3. Tallo	12
2.10.4. Corteza	12
2.10.5. Raíz	12
2.11. Características botánicas de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>)	13
2.11.1. Hojas	13
2.11.2. Flores	13
2.11.3. Frutos	14
2.12. Características climáticas de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>)	14
2.12.1. Zona de vida	14
2.12.2. Exigencias del suelo	14
2.12.3. Temperatura	15
2.12.4. Precipitaciones	15
2.13. Propagación de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>)	16
2.13.1. Ventajas de propagación	16
2.13.2. Desventajas de propagación	16
2.13.3. Propagación asexual	17
2.13.4. Reproducción sexual	17
2.13.5. Semilla (plántulas)	18
2.13.6. Producción de raíz desnuda	18
2.13.7. Reproducción asexual brotes o retoños	18
2.13.8. Propagación vegetativa	18
2.13.9. Propagación por estacas, esquejes, yemas y acodos	19
2.13.10. Reproducción por estacas	19

2.13.11. Reproducción por brotes.....	20
2.14. El sustrato de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>)	21
2.14.1. Características del sustrato ideal.....	21
2.14.2. Propiedades físicas	21
2.14.3. Propiedades químicas: Buena, a. (1997).....	22
2.14.4. Otras propiedades. Urrestarazu, M. (1997)	22
2.15. Tipos de sustratos.....	23
2.16. Descripción general de sustratos.....	23
2.16.1. Sustratos naturales.....	23
2.17. Vivero.....	25
2.17.1. Siembra	25
2.17.2. Germinación	26
2.17.3. Trasplante.....	26
2.17.4. Fertilización y manejo en el vivero.....	27
2.18. Plantación	28
2.18.1. Requerimientos ambientales	28
2.18.2. Requerimientos edáficos	28
2.18.3. Preparación del terreno	29
2.18.4. Trazado y ahoyado	29
2.18.5. Densidad de siembra.....	29
2.18.6. Limpias	30
2.18.7. Fertilización	30
2.18.8. Podas	30

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación.....	31
3.1.1. Ubicación del experimento	31
3.1.2. Ubicación hidrográfica	31
3.1.3. Ubicación geográfica	32
3.2. Materiales.....	32
3.2.1. Insumos	32
3.2.2. Materiales de campo	32
3.2.3. Materiales de escritorio	33
3.3. Metodología.....	33
3.3.1. Tipo de Investigación.....	33
3.3.2. Nivel de la Investigación	33
3.3.3. Diseño de la Investigación.....	33
3.3.4. Diseño experimental.....	34
3.3.5. Procedimiento de la investigación	35
3.3.5.1. Área de almácigo (cama almaciguera)	35
3.3.5.2. Preparación del sustrato para el almacigado.....	36
3.3.5.3. Almacigado	37
3.3.5.4. Área del experimento	37
3.3.5.5. Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.4. Variables.....	38
3.4.1. Variables independientes.....	38
3.4.2. Variables dependientes.....	38
3.4.3. Indicadores.....	38

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis de suelos: Caracterización de suelo de la experimentación.....	40
4.2. Porcentaje de germinación de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>)	41
4.3. Número de hojas de Aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>) por semanas	42
4.4. Altura de plántula de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>) por semanas	43
4.5. Diámetro de tallo de Aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>) por semanas.....	45
4.6. Longitud de raíz de Aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>) por semanas	46
4.7. Número de hojas del Aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>) (ANVA)	48
4.8. Altura de plántula de aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>) (ANVA).....	51
4.9. Diámetro de tallo de Aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>) (ANVA)	54
4.10. Longitud de raíz de Aliso (<i>Alnus acuminata HBK</i>) (ANVA).....	57

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	60
5.2. RECOMENDACIONES.....	62
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	65
Anexo 01: Análisis de suelo.....	65
Anexo 02: Ficha de Evaluación	66
Anexo 03: Ubicación geográfica del experimento.....	67
Anexo 04: Evidencia fotográfica.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Caracterización de suelo de la experimentación	40
Tabla 2: Germinación en camas almacigueras.....	41
Tabla 3: Resumen del promedio de Número de hojas de los tratamientos de Aliso por semanas.....	42
Tabla 4: Resumen del promedio de altura de plántula de los tratamientos de Aliso por semanas.....	43
Tabla 5: Resumen del promedio de Diámetro de tallo de los tratamientos de Aliso por semanas.....	45
Tabla 6: Resumen del promedio de Longitud de raíz de los tratamientos de Aliso por semana.....	46
Tabla 7: Número de hojas de Aliso (unidades).....	48
Tabla 8: Análisis de varianza de Número de hojas de Aliso	49
Tabla 9: Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de Número de hojas de Aliso.....	49
Tabla 10: Comparación de medias por grupos de Número de hojas de Aliso	50
Tabla 11: Altura de plántula de aliso.....	51
Tabla 12: Análisis de varianza de Altura de plántula de aliso	52
Tabla 13: Comparación múltiple de medias de Tukey al 95% de confiabilidad de Altura de plántula de aliso.....	52
Tabla 14: Comparación de medias por grupos de Altura de plántula de aliso	53
Tabla 15: Diámetro de tallo de Aliso	54
Tabla 16: Análisis de varianza de Diámetro de tallo de Aliso.....	55
Tabla 17: Comparación múltiple de medias de Tukey al 95% de confiabilidad de Diámetro de tallo de Aliso.....	55
Tabla 18: Comparación de medias por grupos de Diámetro de tallo de Aliso.....	56
Tabla 19: Longitud de raíz (cm).....	57

Tabla 20: Análisis de varianza de Longitud de raíz de Aliso	58
Tabla 21: Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de Longitud de raíz de Aliso.....	58
Tabla 22: Comparación de medias por grupos Longitud de raíz de Aliso.....	59
Tabla 23: Resumen de los datos recolectados de campo	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista satelital del vivero Tejamolino	32
Figura 2: Representación gráfica de la germinación	41
Figura 3: Número de hojas de Aliso por semanas.....	43
Figura 4: Altura de plántula de aliso por semanas.....	44
Figura 5: Diámetro de tallo de Aliso por semanas	45
Figura 6: Longitud de raíz de Aliso por semanas	47
Figura 7: Número de hojas de Aliso por tratamiento	48
Figura 8: Altura de plántula de aliso por tratamiento	51
Figura 9: Diámetro de tallo de Aliso por tratamiento.....	54
Figura 10: Longitud de raíz de Aliso por tratamiento	57

INTRODUCCIÓN

La trascendencia enorme que el bosque y el árbol tienen en la vida, no solo humano sino en general. Son la única fábrica de oxígeno que tenemos y el hombre puede prescindir para su vida casi de todo, excepto del oxígeno y del agua. En nuestro país se ha hecho evidente la necesidad de repoblar las áreas deforestadas y conservar los bosques existentes, con la finalidad de mejorar la calidad del ambiente asimismo minimizar los impactos ecológicos que han ocasionado los países industrializados.

La importancia de las especies forestales es cada vez más grande y necesario, los árboles en general tienen múltiples usos y beneficios para el hombre como es el uso de la madera para sacar sub productos que son los muebles, la leña y forraje, el beneficio más importante de las especies forestales es la transformación del dióxido de carbono en carbohidratos y oxígeno por el proceso de fotosíntesis, además funciona en la protección del suelo contra la erosión hídrica y eólica. El estudio de especies forestales se debe a que existe demasiada erosión eólica e hídrica; la erosión eólica hace que la tierra sea infértil por falta de nutrientes, la hídrica por la evaporación del agua y la poca agua tiene para riego como consecuencia se tiene menos cosecha, por ende, menos alimento para la humanidad. La degradación de los suelos está generando gran importancia y necesidad a la implementación de sistemas agroforestales.

El aliso es una especie arbórea que tiene una regeneración de 7% a 15% esto se debe a que sus semillas son muy pequeños, en el suelo se encuentran expuestas a sufrir daños por el ataque de insectos, hongos, animales y las inclemencias del tiempo, todo esto hace que pierda su viabilidad y el poder germinativo de la semilla, de la misma manera esta especie se encuentra en proceso de extinción. Es por ello el trabajo de investigación propone la producción de aliso (*Alnus acuminata* HBK) en diferentes porcentajes de tierra negra, arena y compost a nivel del almacigo. Encontrando resultados positivos, la plantación de aliso contribuirá una alternativa para la recuperación de bosques, dándoles la oportunidad de recobrar su uso básico en sus funciones ecológicas, el progreso acelerado de la deforestación furtiva

ha ocasionado un elevado deterioro ambiental, esto hace que el hombre busque alternativas para contrarrestar los problemas ambientales.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los problemas graves que se ha evidenciado a nivel nacional es la tala y desaparición de diversos árboles nativos propios del lugar principalmente aliso encontrándose en el estado de extinción; poco interés y apoyo al desarrollo forestal por parte de los gobiernos, que no ayudan a mejorar las condiciones de cobertura vegetal para alcanzar un equilibrio ecológico. En nuestro país no existe una adecuada infraestructura de viveros forestales de producción permanente que sirvan de apoyo a los programas de reforestación y forestación con especies nativas y exóticas de interés económico y ecológico que vayan en beneficio de las comunidades dejando como consecuencia una total deforestación en algunos sectores del país. Estos en su mayoría producidos por incendios forestales, uso inadecuado y tala de los bosques, eliminación de las áreas boscosas, desaparición o disminución de los recursos hídricos, erosión, desertificación, pérdida de biodiversidad, aumento de gases efecto invernadero, aumento de la temperatura ambiental, incremento de los efectos erosivos del viento, disminución de la humedad, alteración de los regímenes de la vida, emigración de la fauna local. El aliso se propaga empíricamente sin un conocimiento real acerca de las características de un sustrato adecuado que pueda ser utilizado y viable para su producción para lo cual con esta investigación se pueda llegar aportar con resultados a los técnicos en general sobre esta especie, sin embargo, en nuestra región no se está dando la importancia a la plantación de Aliso pese que es un árbol muy bien adaptado a condiciones medioambientales en nuestra zona, consta de variar los porcentajes de los elementos del sustrato a lo que le parece sin fundamento teórico sin tener en cuenta las principales funciones que tiene el sustrato para la producción de plántulas a nivel del almácigo, debido a ello se plantea el presente trabajo en relación al problema existente. ¿Cuál es el resultado de la producción de Aliso (*Alnus acuminata* HBK) en diferentes porcentajes de Tierra Negra, Arena y Compost en vivero Andahuaylas 2017

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Producir plantones de Aliso (*Alnus acuminata HBK*) en diferentes porcentajes de tierra negra, arena y compost en vivero Andahuaylas 2017.

1.1.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el porcentaje de germinación de semilla de aliso (*Alnus acuminata HBK*) con diferentes porcentajes de Tierra Negra, Arena y Compost en vivero Andahuaylas 2017.
- Evaluar el Número de hojas de aliso (*Alnus acuminata HBK*), Altura de plántula de aliso (*Alnus acuminata HBK*), Diámetro de tallo de aliso (*Alnus acuminata HBK*) y Longitud de Raíz de aliso (*Alnus acuminata HBK*) con diferentes porcentajes de Tierra Negra, Arena y Compost en vivero Andahuaylas 2017.

1.2. Justificación

El aliso se distribuye en la sierra y vertientes orientales andinas entre los 1000 a 3,3000m.s.n.m. en las quebradas y cerca al agua, por eso la importancia siendo los árboles más preciados y comunes en toda el área andina que fueron cultivados desde épocas prehispánicas y que han sido utilizados en el arte textil de las culturas Ancón, Chimú, Chancay, Inca, Tiahuanaco y Wari, se han observado fibras de color marrón, teñido con las hojas y corteza de aliso. Asimismo la madera es usada para hacer muebles rústicos, cajones, yugos, hornas para calzado, también como leña y carbón también es nitrogenante de suelos y protege las orillas de los ríos y los canales de riego, son árboles que retienen la humedad. Esta especie se encuentran en estado silvestre brindan muchos beneficios, aporta al medio ambiente en la recuperación de la cobertura vegetal, recuperación y protección de la biodiversidad, estabilización de laderas de mayor pendiente reducción de la erosión de suelos, regulación del régimen hídrico, regulación del régimen climatológico, captura de carbono y mejora de la escena paisajística, servicios ambientales, entre otros, por lo tanto, esta especie merece una atención especial por los múltiples beneficios.

Esta investigación permite dar conocimiento a viveristas y técnicos forestales, para mejorar la producción de esta especie a través de planes y programas forestales y agroforestales con las especies nativas de la parte interandina y fomentar el establecimiento de micro plantaciones en áreas desprotegidas de vegetación, para lo cual se requiere del abastecimiento de plantas provenientes de viveros forestales que garantice la producción de plántulas de especies nativas, con la finalidad de repoblación de árboles, que permita mitigar los avances de la deforestación y recuperar lugares degradadas o perdida de cobertura vegetal, así como también asegurar el caudal de las cuencas hidrográficas. Desde el punto de vista biológico funcional las plantas nativas como aliso es una de las plantas fijadoras de nitrógeno que beneficia a las comunidades rurales a nivel mundial, ya que por sus características maderables

y leñosas ha dado materia prima como, medicinas naturales, tintes, como aporte de materia orgánica con la caída de las hojas, protección de los cultivos en un sistema agropastoril, y lo más importante es para mantener las cuencas hídricas, micro cuencas y los páramos, además, se creará una base de información, para implementar sistemas forestales y agrosilvopastoriles con el aliso, siendo de importancia para el sector agroecológico.

1.3. Hipótesis

- En el porcentaje de germinación de aliso (*Alnus acuminata HBK*), al menos uno de los tratamientos es significativamente superior al 10% de germinación en diferentes porcentajes de Tierra Negra, Arena y Compost en vivero Andahuaylas 2017.
- El Número de hojas de aliso (*Alnus acuminata HBK*) es en promedio superior a 5 unidades por planta, respecto al promedio de la Altura de plántula de aliso no supera los 10 cm y respecto al Diámetro de tallo de aliso es superior a 1 mm y respecto a la Longitud de Raíz de aliso es en promedio 3.40 cm.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes

Portilla. (2013). En su trabajo de investigación denominada “**Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata HBK*)** utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia de La Esperanza” plantea los siguientes objetivos: Determinar el porcentaje de prendimiento en cada uno de los sustratos, Identificar el número de rebrotes por planta, sustrato y Determinar el mejor de los sustratos en la formación radicular de la especie. El material vegetativo se recolectó en el cantón de Urcuquí parroquia de san Blas provincia de Imbabura; de los árboles seleccionados se escogió de la base las estacas y el vivero en el cual se hizo esta investigación está ubicado en la comunidad de Rumipamba parroquia la Esperanza cantón de Ibarra provincia de Imbabura. En la vía principal Ibarra – Zuleta. Las variables evaluadas fueron porcentaje de prendimiento, numero de rebrotes, longitud de raíces por muestreo. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de estimadores estadísticos proporcionando para el S1 se obtuvo un prendimiento del 58% lo cual fueron 35 estacas prendidas, 20 estacas sin resultados de prendimiento y 5 muertas. Mientras que para el S2 se evidenció un prendimiento del 15% lo cual fueron 9 estacas prendidas, 40 estacas sin resultados y 11 muertas. El número de rebrotes promedio en el S1 fue 3,35; cabe destacar que se observaron entre uno y ocho rebrotes; mientras que, en el S2 se obtuvo un promedio de 1,44; registrándose únicamente entre uno y dos rebrotes por último se deduce que para el s1 la longitud de las raíces fue de 6,9cm en promedio y para el S2 la longitud de las raíces fue de 1,5cm en promedio; los datos que aquí se presenta fueron obtenidos en un tiempo de 50 días, el autor recomienda un tiempo más prolongado para obtener resultados que permitan determinar con mayor certidumbre cual es el desarrollo de las estacas según el sustrato empleado.

Molina. (2008). en su trabajo de investigación denominada “Microorganismos y micronutrientes en el crecimiento y desarrollo del Aliso (*Alnus acuminata HBK*) en un sistema silvopastoril alto andino”

micronutrientes en el crecimiento y desarrollo del Aliso siguiendo la siguiente metodología: Aislamiento de microorganismos rizosféricos de un rodal de aliso (*Alnus acuminata HBK*) del municipio de Jardín (Antioquia) pertenecientes al género *Frankia* de actinomicetos y al género *Glomus* de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y el establecimiento de un sistema silvopastoril con aliso (*Alnus acuminata HBK*) bajo un arreglo 5x10 metros en una pastura compuesta por 80% kikuyo (*Pennisetum clandestinum Host*), 15% pasto brachiaria (*Brachiaria decumbens*) y 5% yaraguá peluda (*Melinis minutiflora*), de acuerdo a una estimación realizada por el método de composición botánica de números individuales. Se realizó control manual de malezas y una fertilización basal de acuerdo al análisis de suelos. Los tratamientos que se evaluaron correspondieron a la inoculación con las cepas reportadas de *Frankia spp.* (UdeA905) y de HMA (UdeA1907), las cepas reconocidas CUNMS502 y MICUNMS32 de *Frankia spp* y HMA respectivamente, y a las interacciones de éstas con los microelementos Boro (B), Cobalto (Co) y Molibdeno (Mo); conformando 32 tratamientos en diseño factorial. Las dosis empleadas para cada factor estuvieron de acuerdo a los requerimientos de la especie y al análisis del suelo. Llegó a las siguientes conclusiones: El tratamiento con todos los factores aplicados al aliso presentó el mejor resultado en la tasa de crecimiento con respecto a la mayoría de los tratamientos en donde se utiliza cada factor en forma individual. Esto comprueba la hipótesis 1 inicialmente planteada, El análisis del promedio de todos los tratamientos que incluían cada factor, mostró que partir del tercer período hubo un efecto significativo ($P<0.05$) en la tasa de crecimiento con el factor cepas U (CUNMS502 y MICUNMS32) con respecto a los demás factores evaluados La respuesta a los tratamientos sólo se evidenció a partir del cuarto período, lo que indica que la experimentación a corto plazo con esta especie debe ser revaluada, La aplicación de Co mostró un efecto positivo en la altura, lo cual se manifiesta en la tasa de crecimiento del aliso, a pesar de que mostró un efecto antagónico con la concentración de fósforo foliar. Mientras que el Boro presentó un efecto positivo en la variable diámetro y el Mo en la concentración de N foliar y Considerando que las cepas U reconocidas tuvieron un mejor comportamiento que las N adaptadas a la zona, concentración de esporas adaptadas a la zona de estudio encontradas en el trabajo, es necesaria la aplicación de hongos HMA ya

evaluados en otras zonas para la misma especie.

2.2. Clasificación taxonómica de aliso (*Alnus acuminata* HBK)

Mahecha *et al.*, (2012) Clasificación taxonómica.

- Reino : Vegetal Plantae
- División : Magnoliophyta
- Clase : Magnoliopsida
- Orden : Fagales
- Familia : Betulaceae
- Género : *Alnus*
- Especie : *Acuminata.*
- Nombre científico : *Alnus acuminata* HBK
- Nombre común : Aliso

2.3. Origen de aliso (*Alnus acuminata* HBK)

Moottet y Hamm, (1970). Este género comprende una veintena de especies, ampliamente distribuidas en las regiones templadas y frías del hemisferio septentrional, desde Asia y Europa hasta América del Norte.

2.4. Fenología de aliso (*Alnus acuminata* HBK)

- Fructificación: febrero – junio
- Diseminación: junio – julio

2.5. Características de frutos y semillas de aliso (*Alnus acuminata* HBK)

- Tamaño promedio de frutos: 2 x 1.5 x 1 mm
- Peso promedio de los conos: 2.5 grs
- Nº frutos/infrutescencia (cono): 80 – 100
- Nº semillas/ Kg: 1,800.000
- Peso de 1000 semillas: 0.56 gr.
- Pureza: 75-80 %
- Germinación: 25-55 %
- Periodo de germinación: 20-30 días

2.6. Usos de aliso (*Alnus acuminata* HBK)

Lamprecht (1990). De acuerdo a la literatura la madera sirve también para construcciones livianas, cajas, utensilios domésticos, cabos de escobas e instrumentos musicales. También es materia prima para carbón vegetal aunque de baja calidad

Rojas, (1992). De acuerdo a sus propiedades físicas, ésta puede ser utilizada potencialmente para pulpa de papel, ebanistería, lápices, fósforos, muebles, yugos, artículos deportivos, embalajes y encofrados

Núñez, (1991). Esta especie es muy recomendable en reforestaciones para mejorar las condiciones de los suelos, pasturas naturales y como estabilizadoras de torrentes con problemas de erosión

Liberman (1991). Programas silvopastoriles indican altos valores de productividad ganadera en bosques abiertos de aliso. Silvopasturas: Follaje como fuente de forraje y de materia orgánica; cortinas rompevientos, barreras vivas; protección de riberas, mejoramiento y regeneración de suelos.

De la corteza se producen taninos usados para curtir cuero. Las hojas maceradas y en cataplasma se emplean para aliviar inflamaciones y golpes y para combatir el reumatismo. Árbol pionero de rápido crecimiento, apropiado para establecer cercas vivas y para iniciar la restauración de bosques nativos. El árbol es fijador de nitrógeno y mejora la fertilidad del suelo. Especie ornamental, adecuada para plantar en sitios húmedos y a la orilla de cuerpos de agua.

2.7. Distribución y ecología de aliso (*Alnus acuminata* HBK)

Es propia de cañadas y laderas húmedas y se distribuye altitudinalmente desde los 1400 – 3200 msnm, creciendo en suelos profundos o medianamente profundos con subsuelo rocoso, aunque también puede desarrollarse en laderas con menor humedad y expuestas a vientos secos, pero entonces con menor crecimiento. En las cañadas húmedas pueden formar rodales casi puros. Se la halla en Argentina, Bolivia, Costa Rica, Colombia, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Perú. Esta especie es conocida en Perú como lambras por el vocablo quechua lámran.

Lamprecht, (1990). Es capaz de soportar hasta temperaturas de bajo cero de - 10 °C y nevadas esporádicas.

Liberman, (1991). Se desarrolla en áreas montañosas con pendientes de escarpadas a muy escarpadas que oscilan entre 25 y 40 grados de inclinación y su distribución coincide con las isoyetas de 600 a 1200 mm en Tarija

Pretell et al. (1985). No es exigente en cuanto a calidad de suelos siempre y cuando haya buena humedad y con buena capacidad de drenaje, crece en un amplio rango de textura desde la arcillosa hasta arenosa e inclusive en suelos pedregosos y superficiales

Grau (1985). La capacidad de fijar nitrógeno en simbiosis, con microorganismos Actinomicetes del género Frankia le da la facultad de colonizar suelos pobres y fertilizar los suelos donde crece, acumulando una extraordinaria cantidad de materia orgánica en un tiempo relativamente corto.

Lamprecht (1990), Grau (1985). Se comporta como una especie marcadamente pionera, especialmente adecuada como rodal protector inicial de las laderas erosionadas y en las cuencas hidrográficas de las tierras altas.

2.8. Fenología y reproducción de aliso (*Alnus acuminata* HBK)

Pretell et al., (1985). Se observa en floración en septiembre-octubre y con frutos maduros en enero-febrero. Se reproduce a través de semillas, hijuelos de raíz y estacas. Las semillas no requieren tratamiento previo para su germinación. Las formas recomendables de reproducir aliso son mediante germinación de semillas y vegetativamente vía estacas, aunque las plantas originadas de estacas tienen un desarrollo radicular superficial en relación a las plantas producidas por semillas que tienen raíz pivotante de penetración profunda.

El porcentaje de germinación de las semillas es bajo (10%), reduciéndose rápidamente en poco tiempo, aunque este porcentaje puede variar dependiendo del origen de la semilla. Germina en condiciones de luz plena entre los 12 a 30 días después de la siembra.

Su crecimiento es rápido y plantado entre 2000 y 3000 msnm, ha demostrado ser claramente más eficiente que otras especies introducidas, característica que plantea a esta especie como una alternativa para el repoblamiento forestal con un potencial económico similar al Aliso y al eucalipto

Bernal & Correa (1989). Tiene la capacidad de podarse naturalmente y de esa manera ofrecer madera de buena calidad sin muchos ojos. El crecimiento en plantaciones artificiales es más rápido que en bosques naturales debido al mayor espaciamiento.

2.9. Medicinales de aliso (*Alnus acuminata* HBK)

Se utilizan: corteza y hojas. Es tónico y su corteza es astringente, se le usa en gárgaras para dolores de garganta. La corteza fresca provoca vómito; pero también se utiliza la corteza para otros fines no eméticos.

La corteza en polvo y las hojas han sido utilizadas como astringente interno, externo y también como; la corteza en una sustancia hemostática, interna y externa pues controla y previene las hemorragias. Se la puede usar también como gotas amargas.

Su infusión sirve para calmar las molestias de la gripe e infecciones de la garganta. Ha sido usada como emenagogo, es decir, para facilitar la menstruación.

El aliso se prepara en decocción, hervir 1 cucharadita de corteza u hojas en 1 taza de agua. Tomar 1 a 2 tazas al día, por sorbos.

Principios activos: La planta contiene taninos y ciertos ácidos.

Uso Externo: La corteza interior hervida en vinagre produce un lavado externo muy útil contra piojos y escamas de la piel.

Para el tratamiento de fracturas, inmediatamente después de su ocurrencia, se reubica el hueso con el tacto, frotando la lesión con mentol, luego se aplica un emplasto compuesto por aliso en polvo, cardón, licamancha molida: que es una piedra compuesta por carbonatos (hembra y macho), quinua (*Chenopodium quinua*), panela quemada y huevo para componer el emplasto, que se deja actuar por 8 días. Se inmoviliza con entablillado, por 8 meses.

2.10. Características anatómicas de aliso (*Alnus acuminata* HBK).

2.10.1. El árbol

Chamacás, S. y Tipaz, G. (1995). El árbol es monoico, mediano de 10 a 15 m de altura, 25 a 30 cm DAP, fuste cilíndrico, copa amplia, ramificación con follaje esparcido. Corteza de 0,8 a 1 cm, externa lisa, blanco grisáceo, corteza interna rosada, fácilmente desprendible de la albura.

2.10.2. Copa

Añezco, M. (1996). En términos generales la copa es angosta, irregular y abierta. En el Ecuador se puede observar esto de acuerdo a la altitud, se puede observar que los alisos de Saraguro 2500m.s.n.m. presentan una copa más densa y con más follaje, en cambio los procedentes de Carchi 3200m.s.n.m. es abierta.

2.10.3. Tallo

Cuando tierno es pubescente, en su parte terminal es de forma triangular y de intenso color azulado, las ramas se disponen de modo alterno y las ramillas se presentan angulosas y de color marrón rojizo u oscuro.

2.10.4. Corteza

Es lisa de color gris claro, a veces plateada en árboles jóvenes, cuando adultos en ciertos casos se torna pardo y se agrieta en una serie de escamas delgadas y verticales. También en la corteza se encuentra lenticelas alargadas y blanquecinas de aproximadamente 1,5 cm, protuberantes, suberosas, y fáciles de identificar, el espesor de 1 mm.

2.10.5. Raíz

El sistema es amplio y se extiende muy cerca de la superficie del suelo. Muchas raíces son leñosas y superan a veces en longitud a la altura total del árbol. En suelos arenosos y de origen aluvial se nota una tendencia a desarrollar raíces pivotantes y poco superficiales, los nódulos que recubren con una epidermis decoloración parda o amarillenta ocurren en las raíces de las plantas a la temprana edad, a los 2 meses se los puede observar desde la base de las raíces hasta la punta de las raicillas.

2.11. Características botánicas de aliso (*Alnus acuminata* HBK).

2.11.1. Hojas

Carrillo, F. (1998). El color de las hojas es verde intenso en el lado superior, algo más claro en el lado inferior. Limbo peciolado y aovado, hasta 0,2 m de largo, con pecíolos de 0,02 m y algo más. Borde ligeramente dentado. Nervadura, áspera y muy marcada. Inserción en las ramas, alternadas.

Casanova, F. (1976). El aliso posee hojas caducas alternas estipuladas, simples ovaladas, el pecíolo es pubescente. Las hojas son aserradas en el margen, lisas y brillantes, color verde oscuro y nítidas en el haz, nervaduras prominentes y pilosas en el envés.

2.11.2. Flores

Añazco, M. (1996). La especie es monoica. Las flores aparecen en inflorescencias alargadas en la misma rama, siendo el cáliz un poco difícil de distinguir y la corola presenta una coloración amarillenta. La inflorescencia masculina es alargada de numerosas brácteas deltoides con tres flores y un cáliz cada una, este cáliz es membranoso y algo imbricado, las brácteas se presentan en varios casos duras y cada una de ellas se encuentran protegiendo una cima triflora y sustentada por un pedúnculo con 4 bractéolas. Generalmente las inflorescencias se encuentran dispuestas al final de las ramas en amentos de hasta de 14cm. de longitud y una coloración verde amarillenta de forma cilíndrica y colgantes. Se desarrollan antes que aparezcan las hojas y, en la mayoría de los casos, se caen enteros después de la floración. Las inflorescencias femeninas son de forma cilíndrica u ovoide, semejantes a conos cortos erectos de 0,7cm a 2,5cm de largo y de 0,5cm. a 1,2cm de diámetro, brácteas imbricadas con dos flores por bráctea, el ovario de 3mm de longitud aproximadamente, se presenta desnudo-aplanado con dos celdas biloculares, con un óvulo por el

lóculo, los óvulos solitarios y adheridos cerca del ápice de cada celda, el estigma bífido.

2.11.3. Frutos

Hidrovo, L. (1992). Los frutos que tienen la forma de conos o piñas pequeñas, aparentemente se encuentran durante todo el año, aunque en algunos lugares son más frecuentes de enero a junio. Para obtener semilla se recomienda colectarlos cuando están de color amarillo oscuro o marrón claro antes de que se sequen en el árbol, es mejor secarlos bajo la sombra en lugares ventilados, sobre una tela o papel a fin de que las semillas queden sobre ella.

2.12. Características climáticas de aliso (*Alnus acuminata HBK*)

2.12.1. Zona de vida

Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales INEFAN, (1992). Desarrollan bien en un bosque húmedo Montano bajo, y bosque muy húmedo Montano Bajo, influenciados por la condensación periódica de la neblina, pudiendo y aún bajar al Pre-Montano.

Las formaciones ecológicas (Sistema Holdrige) que ocupa la especie son las siguientes: en cursos de agua de estepa Montano (e-M), bosque muy húmedo Montano Bajo, bosque seco Montano Bajo (bs-MB), bosque húmedo Montano (bh-M). La altura más baja de estas formaciones corresponde al (bmh-MB). 2.600 a 3.200 m.s.n.m. y la más alta a 3.800 m.s.n.m.

2.12.2. Exigencias del suelo

Carrillo F. (1998). El aliso no es exigente en cuanto al suelo, crece en suelos muy pobres, que los mejora puesto que fija nitrógeno al suelo. Es planta pionera en zonas devastadas por quemadas y erosión, por su capacidad de producir bastante material orgánico rico en nitrógeno, se puede considerar el aliso, como una de las especies más importantes para la recuperación de los suelos. La especie del aliso

no es exigente en cuanto a calidad de suelo, siempre cuando haya buena humedad, el árbol crece en un amplio rango de texturas: desde la arcilla hasta la arenosa, e inclusive en suelos pedregosos y superficiales. No requiere de materia orgánica en el suelo, por lo que sirve para colonizar zonas de subsuelo expuestas. Ello se debe a la simbiosis radicular con un actinomiceto que fija nitrógeno, así como también a su simbiosis con hongos micorríticos.

Por lo general, el género *Alnus* se encuentra en suelos ácidos con un pH de 5,5 a 6,0, aunque se han observado árboles aislados de aliso en suelos calcáreos.

2.12.3. Temperatura

Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales INEFAN. (1992). Necesita de una temperatura mínima de 7 grados centígrados hasta 20 grados centígrados, pudiendo soportar temperaturas más altas cuando están libres de malezas.

El aliso en general es una especie de clima templado donde el rango de temperatura media es de 4 a 27 grados centígrados. Puede soportar temperaturas que bajan temporalmente a 0 grados centígrados. Luego de heladas breves y daños en su follaje, se han recuperado con bastante rapidez. En las partes más altas prosperan en quebradas abrigadas ya que vientos secos fríos afectan su desarrollo.

2.12.4. Precipitaciones

Necesita precipitaciones mayores de los 1,500 mm, cuando la lluvia es menor se debe emplear plántulas con gran volumen de tierra en las raíces (cepellón).

El aliso se desarrolla bien a precipitaciones de 500 mm anuales, aunque prefiere zonas más húmedas, exigente en cuanto a la humedad, en especial en la etapa de germinación y desarrollo inicial, por ser la plántula (hasta 0.05-0.07 m. de altura)

es susceptible a la sequía, la regeneración natural de esta especie generalmente sólo se encuentra en lugares húmedos junto a quebradas y riachuelos.

Sin embargo ya establecido, el aliso puede resistir cierto grado de sequía, en lugares secos, por sus fustes múltiples sirve para producir buena cantidad de biomasa y para la recuperación de suelos erosionados. En tales casos es impresionante ver la cantidad de humus que se forma con relativa rapidez en las zonas de influencia de aliso.

2.13. Propagación de aliso (*Alnus acuminata* HBK)

Ulloa, C. y Moller, P. (1995). El aliso se reproduce por semillas, estacas y plántulas.

Corente, J. (1997). La propagación vegetativa es un proceso que permite desarrollar nuevas plántulas a partir de una porción de ellas, diferente a la semilla, puede ser natural o artificial, y es posible porque en muchas de estas los órganos vegetativos tienen la capacidad de regeneración.

En el Ecuador, la especie se propaga sexual (semillas) o asexualmente (partes vegetativas), el aliso blanco tiene mayor facilidad para propagarse vegetativamente, en el sistema por semillas no se ha observado diferencias significativas en ambas variedades.

2.13.1. Ventajas de propagación

Mesén, (1998). La propagación por esquejes es la más usada en árboles forestales, la propagación vegetativa de árboles forestales, es ventajosa puesto que captura en su totalidad la parte genética y produce rápidos resultados con mejoramiento en los rasgos, aditivos y no aditivos.

2.13.2. Desventajas de propagación

Algunos atribuyen a la propagación vegetativa cuesta más producir una planta enraizada, en comparación con los costos de producción por

semilla. Los costos

serán más altos, pero, en cualquier caso, las ganancias genéticas se compensarán con creces cualquier aumento en los costos de producción.

2.133. Propagación asexual

Arbeláez M. Prada (2004). Es la formación de nuevos individuos a partir de diversas partes del cuerpo vegetal, de preferencia los esquejes de la parte media de las ramillas es el material vegetativo más aconsejado para la propagación esta forma de reproducción o propagación también se la conoce como reproducción asexual. Se trata de un proceso que implica la separación y el enraizamiento de una parte de la planta. De esta manera, las células, tejidos y órganos desprendidos se desarrollan directamente en nuevos individuos. Las ramillas de la parte intermedia tienen un crecimiento más rápido; actualmente, la propagación vegetativa para los forestales es una de las técnicas más importantes para el mejoramiento genético.

2.134. Reproducción sexual

Para obtener semillas de calidad y garantizar su germinación, se debe recolectar los frutos (conos) cuando empiezan a cambiar su color de verde a marrón (la época ideal es cuando el 50% es de color verde). Las aletas presentan una coloración café, los embriones color blanco, se debe evitar recolectar aquellos conos que presentan un 100% color café oscuro y las que se encuentran en el suelo, ya que en este sentido han perdido gran parte de la semilla fértil. Los frutos (conos) se sacan 3 a 5 días a media sombra y luego, cuando han terminado desecarse y ha caído toda la semilla del mismo, es conveniente pasar por una zaranda para separar las semillas de las impurezas, debido a que pierde su poder germinativo.

2.135. Semilla (plántulas)

Se reproduce fácilmente y casi exclusivamente por semilla. 2. Regeneración natural. Sus plántulas se encuentran fácilmente en suelos perturbados y terraplenes; estas se usan como “stock” para plantar.

2.136. Producción de raíz desnuda

Una alternativa al uso de fundas u otro tipo de envase, constituye la producción de plántulas a raíz desnuda, consiste en repicar las plantitas producidas en los semilleros (también se puede utilizar plántulas de regeneración natural o estacas basales) en platabandas previamente construidas para el efecto, en ellas se coloca las plantitas a 15 cm. entre plántula y 15 cm. entre hileras.

En el Ecuador no existe mucha experiencia en producir este tipo de plántula, se puede considerar dos grandes ventajas frente a la producción de fundas: la ganancia en altura y el menor costo de producción y transporte, el mayor inconveniente de la producción de raíz desnuda se presenta al momento de transportar e instalar las plántulas en los sitios definitivos, debido a la falta de experiencia al plantar y a la forma de embalaje que hace resecarse al sistema radicular, por otro lado una desventaja del sistema a raíz desnuda es que se requiere mayor superficie del terreno.

2.137. Reproducción asexual brotes o retoños

Una característica de la especie en la presencia de brotes basales tanto en árboles suprimidos o en estado de alta competencia por luz y nutrimento, como en árboles vigorosos. Cortes de raíz, propaga fácilmente.

2.138. Propagación vegetativa

Easley y citado por Chicaiza, (2004). Consiste en utilizar partes vegetativas para la producción, de acuerdo a las procedencias, en el Ecuador, se prefiere el aliso blanco, es decir, aquel que tiene las raíces preformadas.

Las ventajas de la propagación vegetativa frente a la sexual: Se conservan mejor las características de los progenitores. Se obtiene mayor crecimiento en menor tiempo. El manejo a nivel de vivero es más sencillo. El costo de producción es menor. Se evita pérdidas de plántulas por causas como: pájaros, roedores, etc. Se evita el riesgo de tener raíces mal formadas por un deficiente repique. Las características que un árbol de aliso debe tener, para ser considerado como un buen productor de material vegetativo, son las siguientes: preferiblemente aliso blanco, que tenga raíces preformadas-chupones libre de plagas y enfermedades que se encuentre en sitios húmedos, preferiblemente bien formados.

2.13.9. Propagación por estacas, esquejes, yemas y acodos

Corporación Nacional de investigación y fomento Forestal CONIF, (2002). El éxito de la técnica por esquejes, se mide a través del porcentaje de enraizamiento logrado, actividad que indica la satisfactoria reproducción de la planta, es decir la obtención de un nuevo individuo. El proceso de propagación vegetativa por el método de esquejes, se da por concluido con la aparición de hojas y raíces del esqueje, después de la plantación.

2.13.10. Reproducción por estacas

Al recolectar y plantar las estacas, tener presente las siguientes consideraciones: Se prefiere estacas basales que apicales, el tamaño no es de importancia si tiene raíces preformadas, basta con 10 a 15 cm. de longitud. El diámetro de la estaca debe ser aproximadamente entre 0,5 cm. y 2 cm, lo importante es asegurar que esté lignificada y existan raíces preformadas. Cada estaca debe tener por lo menos tres yemas, al preparar la estaca se deben hacer cortes diagonales, tanto en la base como en la punta se deben seleccionar por tamaño, generalmente de 4 tamaños, al momento de establecerlas en la platabanda, las más grandes se ubicarán en el primer bloque, luego la de menor tamaño, y así sucesivamente.

Al momento de plantarlas se las debe ubicar con la parte más gruesa (más vieja) hacia abajo, en contacto con el suelo, y con una ligera inclinación, procurando

enterrar unos 4 cm. Aunque se puede propagar en funda, se recomienda hacerlo en platabanda. Con estas técnicas se obtendrán plántulas entre 0.80m y 1.20m en 6 ó 10 meses, dependiendo de la altitud y el sustrato principalmente, por lo que se recomienda recolectar estacas entre febrero y junio.

La presencia de yemas en el desarrollo era un requerimiento para el enraizamiento y que la intensidad de la producción en la raíz estaba directamente correlacionada con la proporción del desarrollo de la yema. Estacas con yemas inactivas fracasaron en el enraizamiento, aún bajo las mejores condiciones, pero cuando las yemas renovaban su actividad, el enraizamiento ocurría. Indica también que la extracción de un anillo en la corteza de una pequeña sección del tronco debajo de las yemas también a formar raíces.

2.13.11. Reproducción por brotes

Se producen en las plántulas en platabandas, las cuales pueden provenir de semillas, estacas o de un mismo brote. En algunos casos se ha procedido a extraer plántulas criadas en fundas para trasplantar en platabanda, también se utiliza plántulas de regeneración natural. El tallo se corta en forma inclinada, a una altura de 1 cm. de la superficie del sustrato, evitando dañar la corteza. Dependiendo de las condiciones del suelo y clima, entre 30 y 60 días se puede observar los brotes. Después de 30 a 45 días del aporque y poda, los brotes están con raíces y listos para el trasplante ya sean en fundas o platabandas. Es importante podar las raíces muy largas antes del trasplante y evitar la mayoría de las hojas. Antes de extraer los brotes, el día anterior se debe humedecer el sustrato. Luego se extrae los brotes buscando que cada una salga con el mayor volumen posible de raíces. Una vez extraídos los brotes, si se desea llevar la planta madre al campo definitivo es recomendable esperar entre 15 y 20 días para que se recupere. Durante todo el proceso es importante tener presente los riegos, protección y podas de raíces. Para la propagación de Aliso en los viveros comunales, para ello se utilizó la propagación vegetativa de Aliso Blanco, en platabandas, obteniendo plántulas de gran vigor vegetativo producidas en fundas.

Proyecto de Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador (1994). Para una propagación vegetativa adecuada depende del material vegetal a trabajar, condiciones climáticas, sistemas de riego, sustratos y fertilización, lo más importante es el sustrato ya que de ello dependerá la rapidez en el proceso de germinación y el enrizamiento, ya que los sustratos están formados por materia orgánica viva e inerte y fragmentos minerales.

2.14. El sustrato de aliso (*Alnus acuminata* HBK)

Delgado, F. (1989). Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

2.14.1. Características del sustrato ideal

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc. Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo:

2.14.2. Propiedades físicas:

Las propiedades físicas de aliso que menciona **Artetxe, A. (1997)** son:

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.

- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad. Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio).

2.14.3. Propiedades químicas: Buenza, A. (1997)

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente o de modo intermitente, respectivamente.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH. Mínima velocidad de descomposición.

2.14.4. Otras propiedades. Urrestarazu, M. (1997)

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo coste.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección. Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales.

2.15. Tipos de sustratos

Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc. arena granítica o silíceas, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.

Sustratos químicamente activos. Turbas rubias y negras, corteza de Aliso, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, Las diferencias entre ambos vienen determinadas por la capacidad de intercambio catiónico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato. Los sustratos químicamente inertes actúan como soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de los nutrientes, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal.

2.16. Descripción general de sustratos

2.16.1. Sustratos naturales

a) El agua.

Aguilar, M. et, al. (1998). Es común su empleo como portador de nutrientes, aunque también se puede emplear como sustrato.

b) Las gravas.

Llurba, M. (1997). Suelen utilizarse las que poseen un diámetro entre 5 y 15 mm. Destacan las gravas de cuarzo, la piedra pómez y las que contienen menos de un 10% en carbonato cálcico. Su densidad aparente es de 1.500-1.800 kg/m³.

Poseen una buena estabilidad estructural, su capacidad de retención del agua es baja si bien su porosidad es elevada (más del 40% del volumen). Su uso como sustrato puede durar varios años. Algunos tipos de gravas, como las de piedra pómez o de arena de río, deben lavarse antes de utilizarse. Existen algunas gravas sintéticas, como la herculita, obtenida por tratamiento térmico de pizarras.

c) Las arenas.

Maroto, J. 1990). Que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); su capacidad de aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su capacidad de intercambio catiónico es nula.

Es relativamente frecuente que su contenido en caliza alcance el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Su durabilidad es elevada. Es bastante frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores.

d) Tierra volcánica.

Urrestarazu, M. (1997). Son materiales de origen volcánico que se utilizan sin someterlos a ningún tipo de tratamiento, proceso o manipulación. Están compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro. También contiene calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. Las granulometrías son muy variables al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es ligeramente ácido con tendencias a la neutralidad. La C.I.C. es tan baja que debe considerarse como nulo. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo.

e) Las turbas.

Maroto, J. (1990). Son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas teniendo un menor contenido en materia orgánica. Es más frecuente el uso de turbas rubias en cultivo sin suelo, debido a que las negras tienen una aireación deficiente y unos contenidos elevados en sales solubles. Las turbias rubias tienen un buen nivel de retención de agua y de aireación, pero muy variable en cuanto a su composición ya que depende de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros.

2.17. Vivero

Se recomienda hacer los germinadores elevados del suelo para evitar contaminación de hongos patógenos y exceso de humedad. Es conveniente colocarles una cubierta de plástico. Para sembrar un kilogramo de semilla se necesitan 40 m² de germinador.

2.17.1. Siembra

Antes de sembrar las semillas, deben sumergirse en una solución de Lorsban y Vitavax, a razón de 1,0 g y 1,5 g/litro de agua, respectivamente. Lo anterior debido a la susceptibilidad de las semillas al ataque de larvas de barrenadores de frutos y de hongos que producen volcamiento o damping off. La semilla se coloca superficialmente y luego utilizando un cernidor o cedazo, se cubre con una capa fina de 0,5 cm del mismo sustrato usado en el germinador (evitando piedras y terrones). Una vez realizada la siembra debe cubrirse el germinador con un plástico, para evitar la acción directa del sol y de la lluvia.

2.17.2. Germinación

Debido al tamaño de la semilla no se acostumbra utilizar tratamientos pre germinativos. La germinación inicia 12 días después de la siembra de la semilla, alcanzando entre un 30% al 70%, dependiendo de su vigor y su viabilidad. También puede iniciarse un mes después de la siembra y hasta 40 días más, cuando la semilla ha estado almacenada. Las plántulas obtenidas después de este tiempo son poco vigorosas y no se recomienda su trasplante a bolsas.

Cuando las plántulas tienen su primer par de hojas verdaderas, es necesario hacer un control fitosanitario, consistente en la aplicación preventiva de la mezcla de dos fungicidas como Benlate y Manzate en dosis de 0,6 y 4,0 g/litro de agua, respectivamente, para evitar la acción de hongos que producen volcamiento. Además, es necesario establecer una vigilancia permanente del proceso de germinación con el fin de detectar oportunamente problemas de plagas y enfermedades, por ejemplo: ataques de hormigas, grillos y otros insectos.

2.17.3. Trasplante

Esta especie desarrolla un sistema radical que alcanza unos 15 cm de largo durante los 3 a 4 meses que permanece en vivero y una red de raíces secundarias abundantes.

En consecuencia, el tamaño de bolsa recomendado para el trasplante es la comúnmente conocida como “tabaquera”, de 16 cm de profundidad por 8 cm de diámetro, con fondo resistente y perforado. Igualmente, puede utilizarse el contenedor de plásticas, de 24 conos), cada cono con dimensiones de 6,0 cm de diámetro superior, 2,0 cm de diámetro inferior y 15 cm de profundidad, para un volumen de 301 cm³

Una característica importante de estos conos es que favorecen la formación del sistema radical, por la presencia de venas verticales que direccionan las raíces hacia abajo, previniendo las malformaciones. En el caso de que la permanencia

en vivero sea mayor a cuatro meses es recomendable la utilización de un recipiente más grande como la bolsa cafetera (17x23 cm), que garantice un desarrollo acorde de la raíz.

Como sustrato para el llenado de bolsas se recomienda una mezcla de una parte de arena y una de suelo, previamente cernidos para lograr un sustrato homogéneo. La mezcla se desinfecta con Merthec 450 S.C. a razón de 5 cc/litro/ m³ de suelo. El sustrato también puede desinfectarse con formol, a razón de 2 cc por litro de agua, aplicándolo 8 días antes de llenar las bolsas o los contenedores plásticos. Con el fin de favorecer la simbiosis entre el hongo Frankia sp. y las plántulas de aliso, se recomienda utilizar suelo de plantaciones ya establecidas o adicionarle micorrizas mediante la inoculación del hongo con nódulos macerados.

Es aconsejable trasplantar las plántulas del germinador a las bolsas cuando la plántula tenga de 6 a 8 cm de altura y entre dos y cuatro hojas. Para facilitar la operación es necesario humedecer el germinador y evitar así el deterioro en la raíz al momento del repique, facilitando el desprendimiento del bloque o pan de tierra. Para el trasplante es necesario abrir con una estaca un hoyo de 12 cm de profundidad en el recipiente donde vaya a quedar la plántula. No es recomendable podar la raíz.

2.17.4. Fertilización y manejo en el vivero

Durante el tiempo que las plántulas permanezcan en las bolsas o en los contenedores plásticos, debe efectuarse un cuidadoso control manual de malezas.

Después de un mes y medio del trasplante, deben fertilizarse las plántulas con el fin de incrementar la producción de hojas y ramas, con un fertilizante foliar como Total a razón de 1 cc/litro de agua, y 20 días después a razón de 2 cc/litro de agua. Cuando las plántulas hayan alcanzado 15 cm de altura puede aplicarse fertilizante granulado disuelto en agua para fortalecer las raíces. Lo más recomendable es hacerlo con un producto rico en fósforo como DAP (18-46-0) a

razón de 2,5 g/litro, remojado 24 horas antes de su utilización. Este producto debe aplicarse con cuidado sobre el sustrato con bomba de espalda, evitando al máximo el contacto con las hojas. Es necesario lavar con abundante agua las hojas de las plántulas después de la aplicación, con el fin de prevenir problemas de intoxicación y quemazón de éstas. Bajo condiciones normales de desarrollo, entre los 100 y 120 días después del trasplante de las plántulas en las bolsas, es posible obtener plantas listas para llevar al campo y con una altura promedio de 20 a 25 cm.

2.18. Plantación

2.18.1. Requerimientos ambientales

REYES S., F; FORERO B. (2003). Es una especie característica de los “bosques de niebla”, exigente en luz (heliófita) y marcadamente pionera. Debe protegerse de los vientos ya que por su rápido crecimiento el fuste es frágil y puede partirse.

Puede plantarse incluso en sitios de alta pendiente, con altitudes entre 1.600 y 3.200 m; se adapta bien a condiciones climáticas con rangos de precipitación promedio anual entre 1.000 y 3.200 mm/año, temperatura media anual de 4 a 18°C; tolera temperaturas bajas de hasta -2°C y temperaturas máximas de 27°C, las heladas ocasionales y aun, nevadas esporádicas; es muy sensible a las sequías en sus primeras etapas de desarrollo, pero mejora su tolerancia una vez establecida.

2.18.2. Requerimientos edáficos

El aliso se adapta bien a una gran variedad de condiciones edáficas, incluyendo suelos pobres, que pueden variar desde cascajosos y arenosos hasta arcillosos, y aun en suelos superficiales, siempre y cuando tengan buena humedad. No tolera suelos pesados, suelos pantanosos, con drenajes imperfectos ni, que se inundan

en forma parcial. En general, la especie se adapta mejor a los suelos ácidos, con pH de 4,5 a 6,0. Algunos autores consideran que el mejor desarrollo se obtiene en suelos con pH mayor a 5,0.; profundos, bien drenados, francos o franco-arenosos y ricos en materia orgánica, de origen aluvial o derivados de cenizas volcánicas, al igual que sobre capas arenosas con cenizas volcánicas.

De igual manera, este árbol se adapta a condiciones de bajos contenido de materia orgánica, rocosos arenosos, pedregosos y superficiales o con problemas ligeros de inestabilidad por la erosión, lo que le faculta para colonizar suelos degradados; no obstante, bajo estas condiciones la planta no tiene un buen desarrollo.

2.18.3. Preparación del terreno

El sitio definitivo para la plantación debe prepararse con anticipación, eliminando las arvenses agresivas y limpiando adecuadamente.

2.18.4. Trazado y ahoyado

La plantación debe seguir el sentido de las curvas a nivel, en cuadro, cada tres metros, haciendo hoyos de 30 x 30 x 25 cm. Cuando el lote ha sido destinado a pastoreo es necesario hacer un hoyo de mayor profundidad de 40 a 50 cm, con repique en el fondo.

2.18.5. Densidad de siembra

La densidad inicial de siembra debe ser de 1.111 árboles por hectárea (3 x 3 m) en cuadro; aunque algunos autores recomiendan emplear densidades de 650 árboles por hectárea, puesto que el rápido crecimiento del aliso permite lograr una ocupación del terreno en poco tiempo, sin tener que hacer una entresaca temprana, esta práctica no es recomendable debido a que los trabajos de investigación realizados por Cenicafé han mostrado que una baja densidad inicial

afecta significativamente la forma de los árboles y favorece las pérdidas por fracturas de fustes ocasionadas por el viento.

2.18.6. Limpias

Para garantizar el normal desarrollo de la plántula debe mantenerse el plato libre de arvenses agresivas, removiéndolas con cuidado para evitar el maltrato de las raíces del árbol. El aliso es muy susceptible a la falta de luz y su crecimiento se ve afectado por la competencia del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en las etapas iniciales del crecimiento del árbol; cuando ya se encuentra establecido, el kikuyo es muy buen pasto en un sistema silvopastoril.

2.18.7. Fertilización

El aliso no es exigente en suelos, sin embargo, la ausencia de algunos elementos menores como molibdeno y cobalto, afectan notoriamente el desarrollo. Cuando la reforestación se realiza en terrenos sobre pastoreados durante mucho tiempo, se requiere realizar al momento de la siembra un aporte de materia orgánica bien descompuesta en dosis de 0,5 - 1,0 kg/árbol, directamente al fondo del hoyo.

2.18.8. Podas

Los árboles naturalmente eliminan las ramas delgadas y livianas, lo que reduce la necesidad de realizar esta actividad.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación del experimento

- País : Perú
- Región : Apurímac
- Provincia : Andahuaylas
- Distrito : San Jerónimo
- Localidad : Tejamolino
- Lugar : Vivero Forestal de Tejamolino- Andahuaylas
- Norte : 8489836.8
- Este : 676392.7
- Altitud : 2920

3.1.2. Ubicación hidrográfica

Sub Cuenca Chumbao

3.1.3. Ubicación geográfica

Figura 1: Vista satelital del vivero Tejamolino



Fuente: Google Map, enero 2018.

3.2. Materiales

3.2.1. Insumos

- Semilla de aliso (*Alnus acuminata* HBK H.B.K.)
- Tierra Negra
- Arena Fina
- Materia Orgánica (compost)
- Agua

3.2.2. Materiales de campo

- Zaranda
- Wincha (5m)
- Cámara fotográfica

- Pico
- Cordel
- Manguera
- Bernier
- Otros (pintura, letrero, etc.)

3.2.3. Materiales de escritorio

- Computadora
- Impresora
- Lapicero
- Papel bond A4
- Cuaderno
- Libreta de campo

3.3. Metodología

3.3.1. Tipo de Investigación

Por naturaleza este trabajo de investigación es de tipo aplicativo ya que se usó conocimientos adquiridos previamente para su ejecución

3.3.2. Nivel de la Investigación

El presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación cuantitativa (analítica y comparativa), a fin de aplicarlas en las evaluaciones de las diferentes repeticiones, para saber con cuál de las tres repeticiones podremos obtener aliso de calidad con un tamaño óptimo a nivel del almacigo.

3.3.3. Diseño de la Investigación

Se recolectó los datos a través de la planilla de evaluación, de forma que puedan ser analizadas, tabuladas e interpretadas.

Los datos se tomaron en el momento de la germinación, luego de cada semana hasta las plántulas alcancen a 8.80 centímetros de altura, se efectuaron el conteo de las plántulas germinadas en las tres repeticiones.

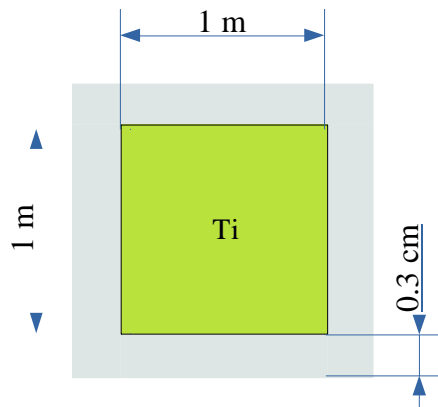
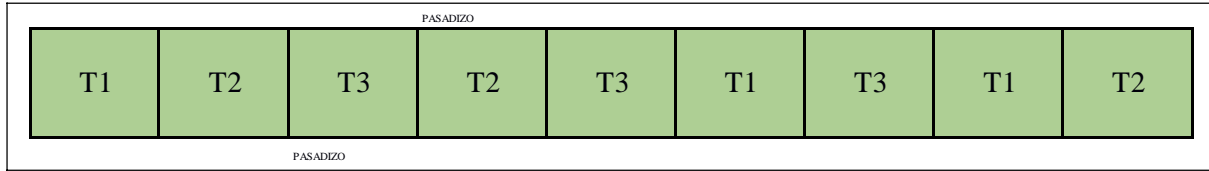
Para el análisis de datos se tuvo en cuenta la prueba de ANOVA con un 95% de confiabilidad.

3.3.4. Diseño experimental

Para la evaluación del presente trabajo de investigación se utilizó el Diseño Completamente al Azar (D.C.A.). Se asignaron 3 tratamientos con 3 repeticiones por tratamiento, haciendo un total de 9 unidades experimentales.

Para la comparación entre dos tratamientos se tuvo en cuenta la prueba de TUKEY con un 95% de confiabilidad. La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo y tipo experimental cuya distribución se muestra a continuación.

Croquis del experimento



Donde:

T1 = Tratamiento 1: 50% de Tierra Negra, 33.3% de Arena y 16.7 de

Compost T2 = Tratamiento 2: 33.3% de Tierra Negra, 50% de Arena y

16.7% de Compost T3 = Tratamiento 3: 16.7% de Tierra Negra, 33.3%

de Arena y 50% de Compost

3.3.5. Procedimiento de la investigación

3.3.5.1. Área de almácigo (cama almaciguera)

El área de cama almaciguera es de nueve metros cuadrados divididos cada repetición a un metro cuadrado.

3.3.5.2. Preparación del sustrato para el almacigado.

La preparación de sustrato para el almacigo de semilla de aliso se realiza de la siguiente manera, primero se comienza con la recolección de componentes de sustrato como es la tierra negra, arena fina y compost luego se procede con zarandeo para luego realizar una mezcla homogénea de componentes de sustrato. Seguidamente se traslada a la cama almaciguera el preparado para realizar el almacigado. A continuación, se describen los componentes:

a) Tierra negra.

La tierra negra es sustraída desde las alturas de la comunidad de Lliupapuquio distrito de San Jerónimo, es la capa o tierra superficial del bosque de ichu natural, cuyo espesor varía entre 10 a 20 cm. de profundidad, esta capa es la que contiene mayor cantidad de nutrientes en el suelo por la descomposición de materia cruda, ya que en ella se descomponen los diversos materiales orgánicos.

b) Arena Fina.

Sirve para mejorar el drenaje del sustrato, permitiendo la filtración del agua con facilidad, evita el endurecimiento del sustrato cuando se seca y facilita el desarrollo de la raíz.

c) Materia orgánica o abono.

Proporciona los nutrientes suficientes que requiere el sustrato para alimentar a las plantitas en el almacigo. Puede estar conformada por estiércol de ganado descompuesto (compost)

3.3.5.3. Almacigado

Una vez echado y nivelado el sustrato en las camas de almácigo a 30 cm de profundidad, se desinfecta con el cloro una cantidad de 100 gr por 10 litros de agua con la ayuda de mochila pulverizadora, para la siembra se empleó el método directo, tomando una porción de semillas en la mano y procediendo a su distribución uniforme una por una en forma directa y lineal a lo largo de la cama de almacigo a cada repetición 100 semillas, siendo considerado el distanciamiento de 5 a 6 centímetros entre semillas luego se procede el tapado de las semillas con el mismo sustrato hasta que cubra la semilla, nuevamente se desinfecta con cloro, luego se cubre con ichu para proteger la semilla de los rayos solares y aves, finalmente se construye el tinglado a una altura de 1.0 m. luego se cubre con la malla rashell. El riego se realizó cada tres días dependiendo del clima con la ayuda de una regadera de gota fina hasta culminar todo el proceso de investigación.

Análisis e interpretación de datos y resultados

Se realizó un ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA), Asimismo será sometido a la prueba de TUKEY al 5% de nivel de confianza para observar la significancia mínima estadística.

3.3.5.4. Área del experimento

- Largo de cama almaciguera : 9 M
- Ancho de cama almaciguera : 1 Metro
- Área neta de la parcela : 9 M²
- Número de repeticiones : 3

3.3.5.5. Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos obtenidos de la investigación se recolectaron en un formato donde se evaluó de cada semana hasta las plántulas alcancen a 8.80 centímetro de altura.

En la presente investigación se utilizó revisiones bibliográficas (libros de producción de Aliso, manual de Agroforestería para el desarrollo rural, manual de silvicultura, revistas y consulta electrónica).

Registros, como cuaderno o libreta de campo para recoger la información. Su manejo fue sencillo para que no exista ningún tipo de error, de forma que fueron ser registradas, tabuladas e interpretadas con facilidad.

3.4. Variables

3.4.1. Variables independientes

- Porcentajes de Tierra Negra, Arena y Compost para la producción de plántulas de Aliso (*Alnus acuminata HBK*) en vivero Andahuaylas 2017.

3.4.2. Variables dependientes

- Producción de plántulas de Aliso (*Alnus acuminata HBK*) en el vivero Andahuaylas 2017.

3.4.3. Indicadores

- Porcentaje de germinación de semilla de Aliso (*Alnus acuminata HBK*) (%)
- Número de hojas de Aliso (*Alnus acuminata HBK*) (Índice: Números)

naturales)

- Altura de plántula de aliso (*Alnus acuminata HBK*) (Índice: Números reales (cm))
- Diámetro de tallo de Aliso (*Alnus acuminata HBK*) (Índice: Números reales (mm))
- Longitud de raíz de Aliso (*Alnus acuminata HBK*) (Índice: Números reales (cm))

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis de suelos: Caracterización de suelo de la experimentación

Tabla 1: Caracterización de suelo de la experimentación

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cation es	Suma de Bases	% Sat. De Bases	B ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
Lab	claves							Arena (%)	Limo(%)	Arcilla(%)			Ca+2	Mg+2	K	Na'	Al+H								
10 411	Tratamiento I	6.74	1.18	3.4	6.62	13.1	1425	76	16	8	Fr.A.	17.6	11.47	2.48	2.43	0.22	0	17.6	17.6	100	0.42	1.8	643	5.70	3.7
10 412	Tratamiento II	7	1.01	4.8	3.44	13.4	1044	82	12	6	A.Fr.	13.12	8.45	2.28	2.21	0.17	0	13.12	13.12	100	0.46	1.7	534	6.6	3.4
10 413	Tratamiento III	7.7	3.14	4.2	5.61	71.6	3640	80	12	8	A.Fr.	14.2	10.85	5.27	2.67	0.41	0	14.2	14.2	100	1.63	1.8	728	8.70	6.7

Fuente: LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS Y PLANTAS (UNALM)

En la tabla 1. Se muestra el análisis de suelo de caracterización de los tratamientos en estudio, el pH Tratamiento 1 es de 6.74 ligeramente ácido, el Tratamiento 2 es de 7.00 neutro y Tratamiento 3 7.70 ligeramente alcalino. La materia orgánica de los tratamientos en estudio Tratamiento 1(6.62%) , T2 (3.94%) y T3 (5.61%) muestra en la escala de interpretación como alto. También en los elementos mayores el Tratamiento 1 el P(13.1ppm, medio) y el K (1425 ppm, alto) T2 P(13.9 ppm, medio) y el K (1094 ppm, alto) y Tratamiento 3 P(71.6 ppm, alto) y el K (3690 ppm, alto).

En el análisis mecánico o análisis de textura del suelo el Tratamiento 1 (Franco arenoso), Tratamiento 2 y Tratamiento 3 (Arena Franco); por consiguiente el tratamiento Tratamiento 3 tuvo mejor efecto en el crecimiento fisiológico como en altura de planta, diámetro del tallo y longitud de la raíz, seguido del tratamiento Tratamiento 1 solo mostrando en N.º de hojas y finalmente el tratamiento Tratamiento 2 tuvo menor efecto en las variables en estudio.

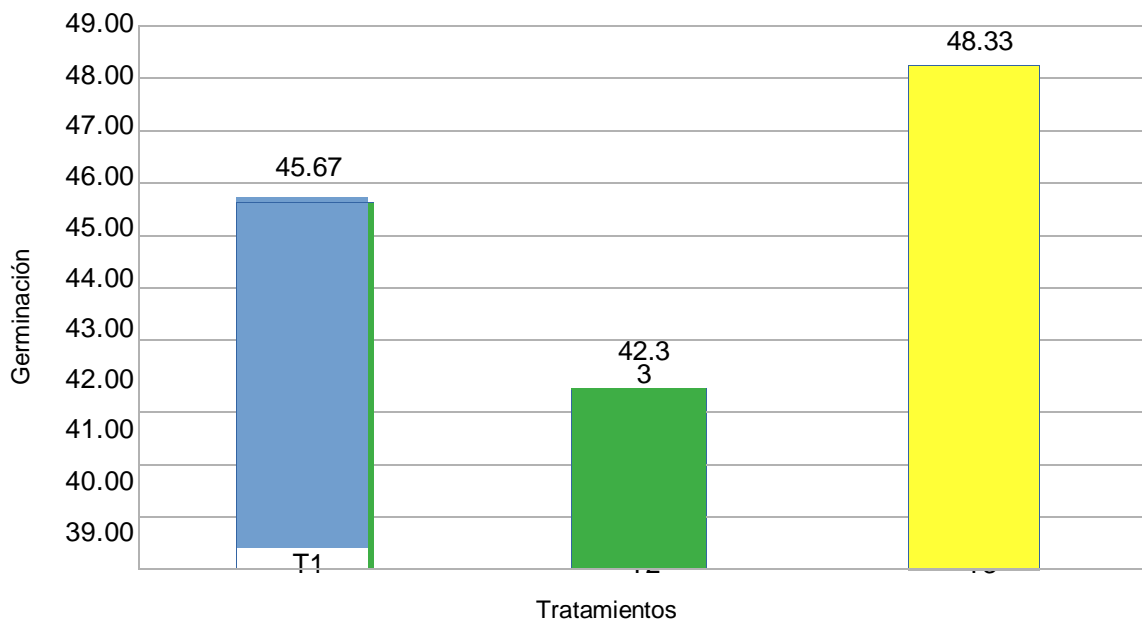
4.2. Porcentaje de germinación de aliso (*Alnus acuminata HBK*)

Tabla 2: Germinación en camas almacigueras

Tratamiento	R1	R2	R3	Promedio (%)
T1	46	45	46	45.67
T2	43	42	42	42.33
T3	48	49	48	48.33

Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Representación gráfica de la germinación



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla (2) y figura (1), se muestra los porcentajes de germinación en los tratamientos en estudio, el T1 muestra el 45.67% de germinación, seguido del tratamiento T2 con 42.33% y el T3 con 48.33 % de germinación respectivamente.

4.3. Número de hojas de Aliso (*Alnus acuminata* HBK) por semanas

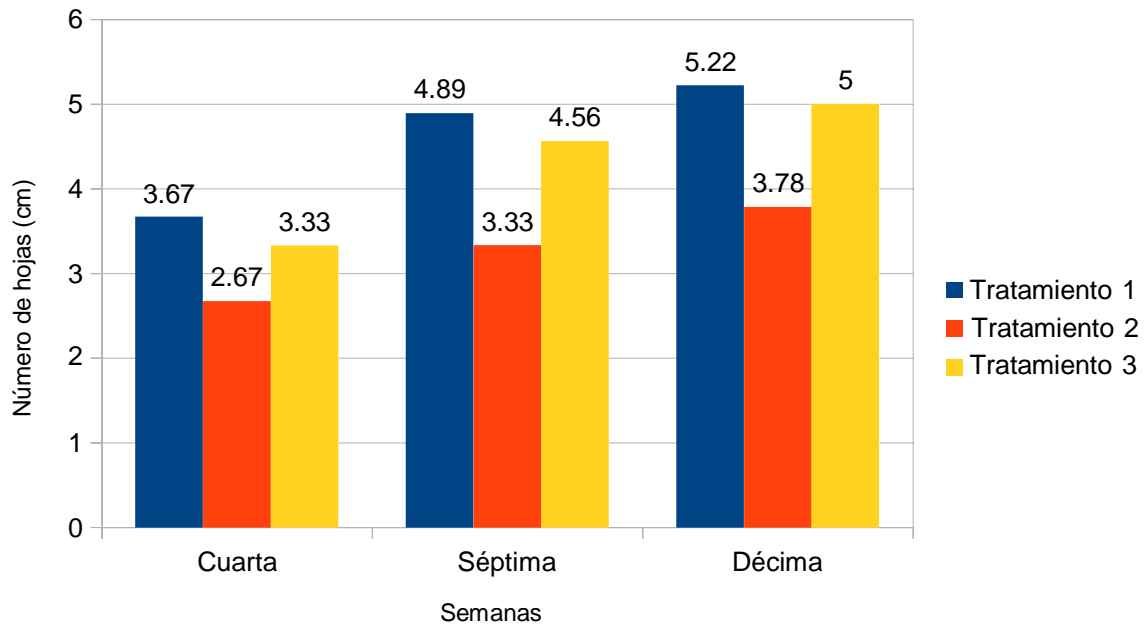
Tabla 3: Resumen del promedio de Número de hojas de los tratamientos de Aliso por semanas

Semana	Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)
Cuarta	3.67	2.67	3.33
Séptima	4.89	3.33	4.56
Décima	5.22	3.78	5.00

Fuente: Elaboración propia

La tabla (3) muestra el resumen del promedio de la variable Número de hojas de los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C), Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) de Aliso por semanas, donde se puede apreciar que el Tratamiento 1 alcanzó el mayor número de hojas con 5.22 hojas en promedio en la décima semana seguida por el Tratamiento 3 con 5.00 hojas en promedio, pero el Tratamiento 2 solo tuvo en promedio 3.78 hojas

Figura 3: Número de hojas de Aliso por semanas



Fuente: Elaboración propia

La figura (2) muestra la variable Número de hojas evaluado de Aliso por semanas para cada uno de los diferentes tratamientos, en la que se puede apreciar que el Tratamiento 1 (50% TN, 33.3% A, 16.7% C) evoluciona con la mayor cantidad de hojas desde la primera evaluación es decir desde la cuarta semana hasta la última evaluación es decir la décima semana y también se puede ver que el tratamiento que tuvo menos cantidad de hojas es el Tratamiento 2 (33.3% TN, 50% A, 16.7% C) en todo momento.

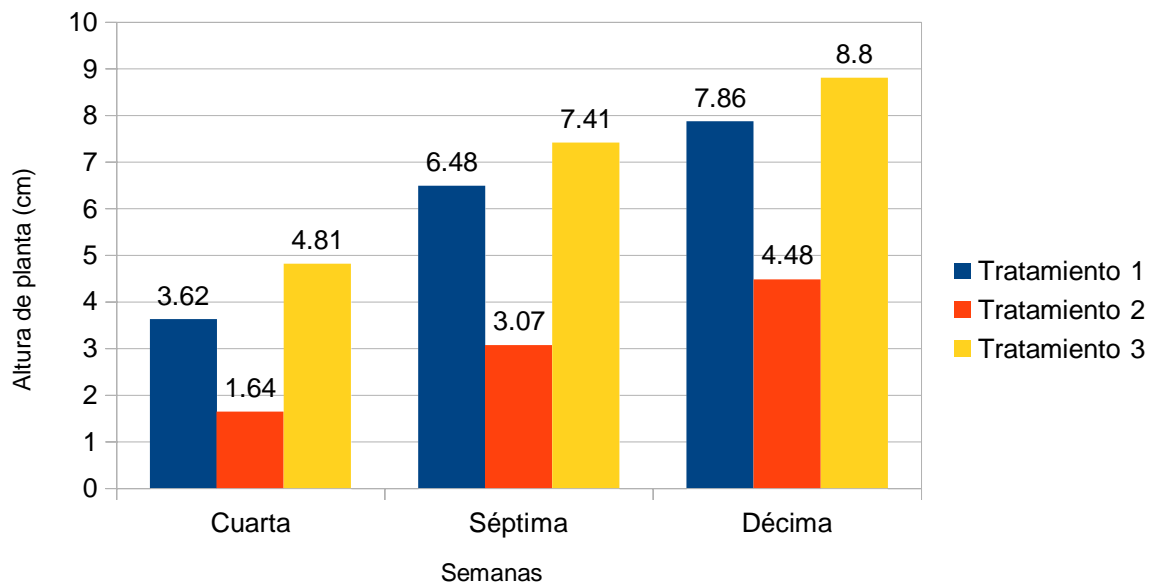
4.4. Altura de plántula de aliso (*Alnus acuminata* HBK) por semanas

Tabla 4: Resumen del promedio de altura de plántula de los tratamientos de Aliso por semanas

Semana	Altura plántula (cm)		
	Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)
Cuarta	3.62	1.64	4.81
Séptima	6.48	3.07	7.41
Décima	7.86	4.48	8.80

La tabla (4) muestra el resumen del promedio de la variable *altura de plántula de aliso* por semanas de los tratamientos Tratamiento 1 (50% TN, 33.3% A, 16.7% C), Tratamiento 2 (33.3% TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) de Aliso por semanas, donde se puede apreciar que el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) alcanzó la mayor altura con 8.80 cm de promedio en la décima semana.

Figura 4: *Altura de plántula de aliso por semanas*



Fuente: Elaboración propia

En la figura (3) se puede observar cómo es el comportamiento de la variable altura de plántula de aliso para cada uno de los diferentes tratamientos de Aliso por semanas, en el cual se ve que el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) evoluciona con mayor altura foliar y por otro extremo la que evoluciona con menor altura foliar es el Tratamiento 2 (33.3% TN, 50% A, 16.7% C) pero sin embargo los tres tratamientos tienen su crecimiento proporcional.

4.5. Diámetro de tallo de Aliso (*Alnus acuminata* HBK) por semanas

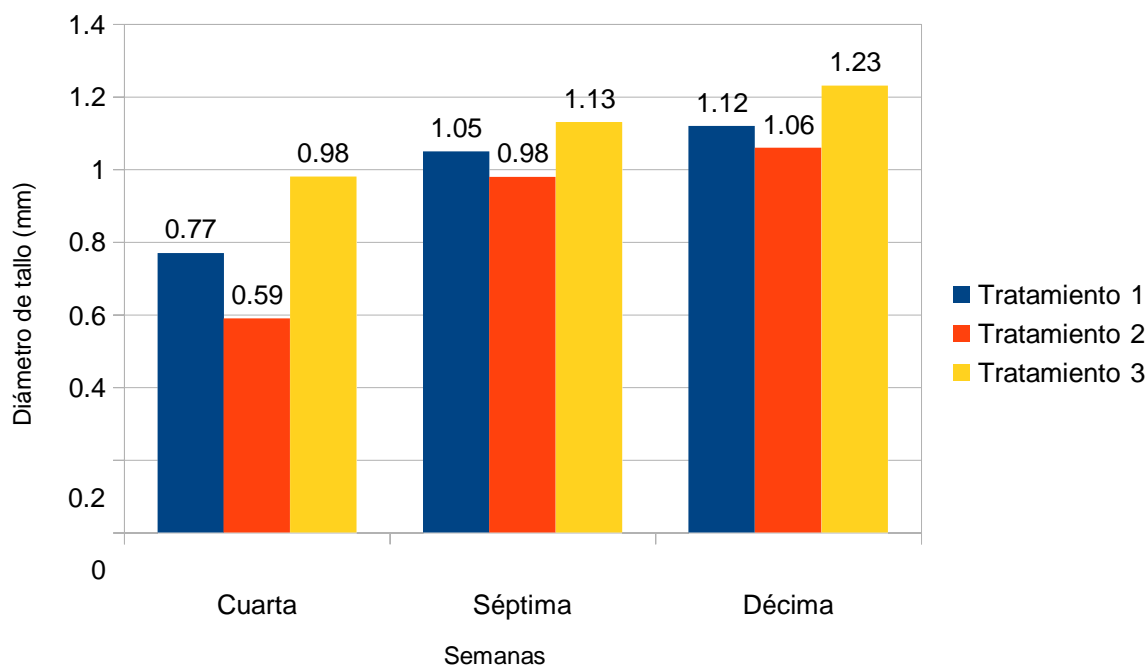
Tabla 5: Resumen del promedio de Diámetro de tallo de los tratamientos de Aliso por semanas

Diámetro de tallo (mm)			
Semana	Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)
Cuarta	0.77	0.59	0.98
Séptima	1.05	0.98	1.13
Décima	1.12	1.06	1.23

Fuente: Elaboración propia

La tabla (5) muestra el resumen del promedio de la variable Diámetro de tallo de Aliso por semanas de los tratamientos Tratamiento 1 (50% TN, 33.3% A, 16.7% C), Tratamiento 2 (33.3% TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) de Aliso por semanas, donde se puede apreciar que el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) alcanzó el mayor diámetro con 1.23 mm de promedio en la décima semana, seguido por el tratamiento 1 con 1.12 mm.

Figura 5: Diámetro de tallo de Aliso por semanas



Fuente: Elaboración propia

La figura (4) muestra la variable Diámetro de tallo evaluado de Aliso por semanas para cada uno de los diferentes tratamientos (Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C), Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)), en la que se puede apreciar que el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) tiene mejor evolución con el mayor promedio de diámetro de tallo desde la primera evaluación hasta la última evaluación es decir la décima semana y también se puede ver que el tratamiento que tuvo el menor diámetro de tallo en todo momento es Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C).

4.6. Longitud de raíz de Aliso (*Alnus acuminata* HBK) por semanas

Tabla 6: Resumen del promedio de Longitud de raíz de los tratamientos de Aliso por semanas

Longitud de raíz (cm)			
Semana	Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)
Cuarta	1.28	0.58	1.57
Séptima	1.95	0.98	2.21
Décima	2.88	1.79	3.40

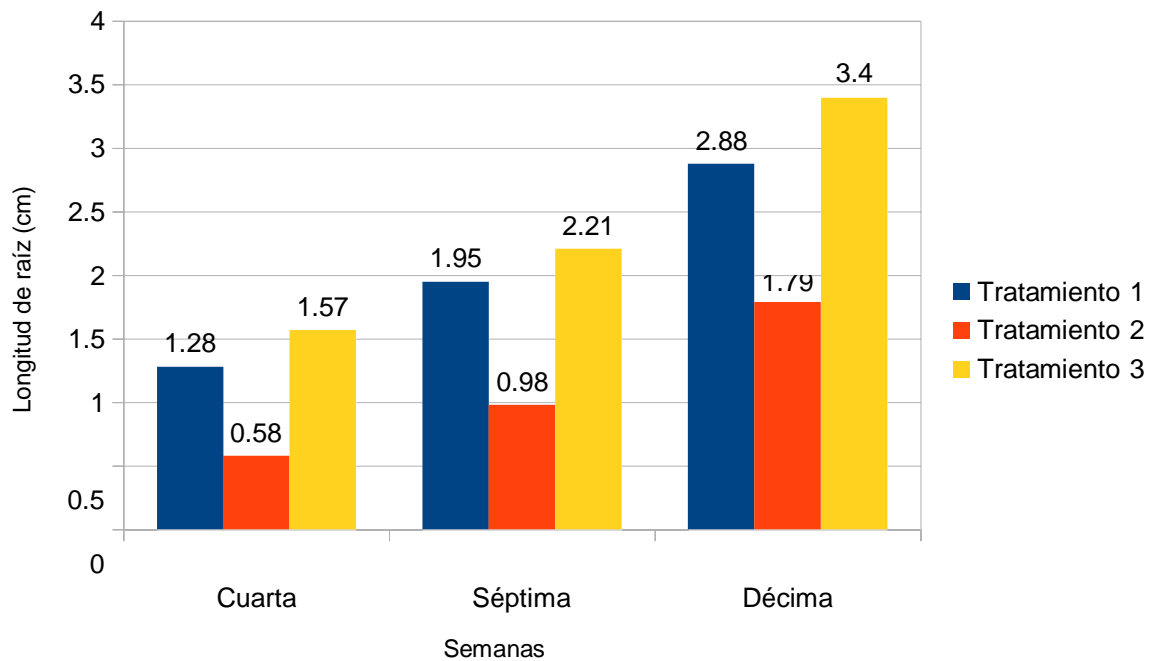
Fuente: Elaboración propia

La tabla (6) muestra el resumen del promedio de la variable longitud de raíz de Aliso por semanas de los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C), Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) de Aliso

por semanas, donde se puede apreciar que el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50%

C) alcanzó la mayor Longitud de raíz con 3.40 cm de promedio en la décima semana seguido por el Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) con 2.88 cm.

Figura 6: Longitud de raíz de Aliso por semanas



Fuente: Elaboración propia

En la figura (5) se puede observar cómo evoluciona la variable Longitud de raíz para los diferentes tratamientos (Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C), Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) Y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)) de Aliso por semanas, en la que se ve que el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) evoluciona con mayor Longitud de raíz sin embargo los tres tratamientos tienen su evolución proporcional con el tiempo. También notemos que el tratamiento con menor longitud de raíz es el Tratamiento 2 (33.3% TN, 50% A, 16.7% C) es decir 2 de Tierra Negra, 3 de Arena y 1 de Compost. Este resultado posiblemente es a consecuencia de que la mayor cantidad de nutrientes lo tiene el compost y la dosificación que se tuvo en este tratamiento es pues con mayor cantidad de arena seguida por tierra negra.

47. Número de hojas del Aliso (*Alnus acuminata* HBK) (ANVA)

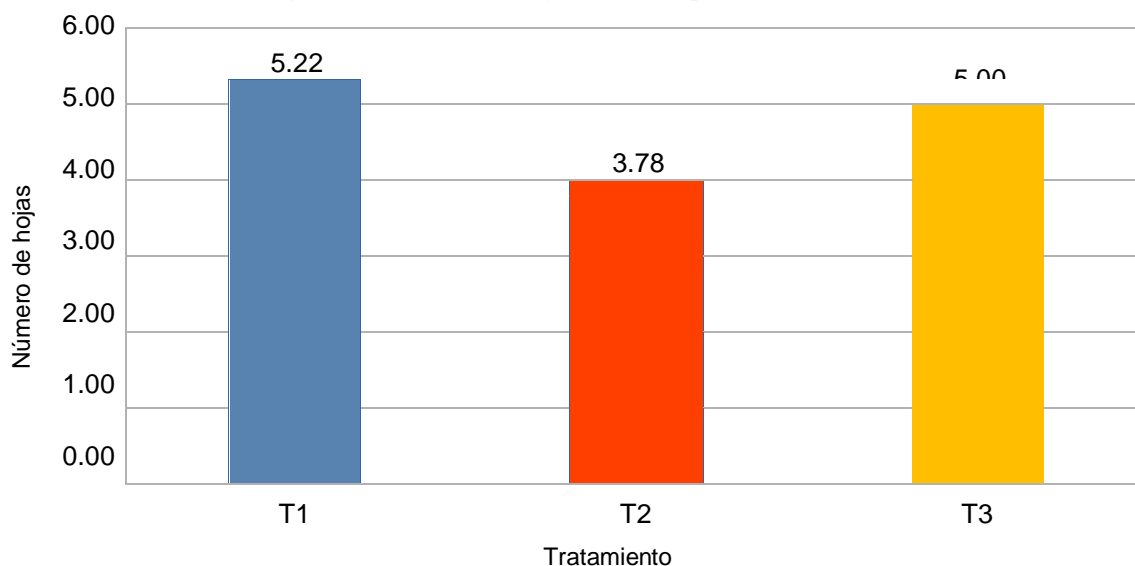
Tabla 7: Número de hojas de Aliso (unidades)

Trat.	Tratamiento				
	Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)	Total	Promedio
R1	5.00	4.00	5.67	14.67	4.89
R2	5.67	3.67	4.67	14.00	4.67
R3	5.00	3.67	4.67	13.33	4.44
Total	15.67	11.33	15.00		
Promedio	5.22	3.78	5.00		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla (7) se muestra el resumen de los datos recolectados de campo para la variable números de hojas y también los promedios tanto por tratamientos, con ello se ha calculado el ANVA que se muestra en la tabla (7).

Figura 7: Número de hojas de Aliso por tratamiento



Fuente: Elaboración propia

En la figura (6) se muestra el promedio de numero de hojas para los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7%

C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C), en donde se puede observar que Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) tiene en promedio 5.22, seguido por el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) con 5 hojas en promedio, sin embargo el Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) es la que ha tenido menor cantidad de hojas.

Tabla 8: Análisis de varianza de Número de hojas de Aliso

Fuente de variabilidad	Gl	SC	CM	Fc	Pr(>F)	Ft (5%)	Ft (1%)	Sig
Tratamiento	2	3.628	1.8141	10.48	0.01102	5.14	10.92	*
Error	6	1.04	0.1730					
Total	8	4.67						

Fuente: Elaboración propia

Código de significación:

* = significativa al 95 %

** = significativa al 99 %

*** = significativa al 99.99 %

La tabla (8) muestra los resultados del análisis de varianza entre tratamientos de la variable número de hojas, donde se puede visualizar que existe una diferencia significativa entre las medias de número de hojas entre los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C), Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y

Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) al 95 % de confianza, es decir, al menos un tratamiento tiene la media de número de hojas estadísticamente diferente ($F_c = 9.757$ es mayor que $F_t = 6.94$).

Tabla 9: Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de Número de hojas de Aliso

Tratamiento	Diferencia	Min	Max	p adj	Sig.
T2-T1	1.443333	-2.69809961	-0.1885671	0.0319784	S
T3-T1	0.220000	-1.47476627	1.0347663	0.8152605	NS
T3-T2	1.223333	-0.03143294	2.4780996	0.0540668	NS

Fuente: Elaboración propia

$$w = q\sqrt{CMe\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)} = 4.2\sqrt{\frac{0.173 * 2}{3}} = 1.42$$

En la tabla (9) se expone la comparación múltiple de medias de Tukey al 95% de confiabilidad de la variable número de hojas, donde se puede observar que estadísticamente existe diferencia significativa entre los tratamientos Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) sin

embargo entre Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) y Tratamiento 1 (50 % TN,

33.3 % A, 16.7% C) no existe diferencia significativa, análogamente entre Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) y Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) no existe diferencia significativa. Por lo que podemos afirmar con una confianza de 95% que el Tratamiento 1 (50% TN, 33.3% A, 16.7% C) es mejor que el Tratamiento 2 (33.3% TN, 50% A, 16.7% C) para la obtención de plantones de Aliso con mayor número de hojas.

Tabla 10: Comparación de medias por grupos de Número de hojas de Aliso

Tratamiento	Promedio	Grupos
Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	5.223333	a
Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)	5.003333	ab
Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	3.780000	b

Fuente: Elaboración propia

La tabla (10) muestra la comparación de medias por grupos de la variable número de hojas donde se observa que entre los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) la diferencia no es significativa porque comparten el grupo a, sin embargo entre los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) Y Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) es significativo porque no comparten el mismo grupo.

48. Altura de plántula de aliso (*Alnus acuminata* HBK) (ANVA)

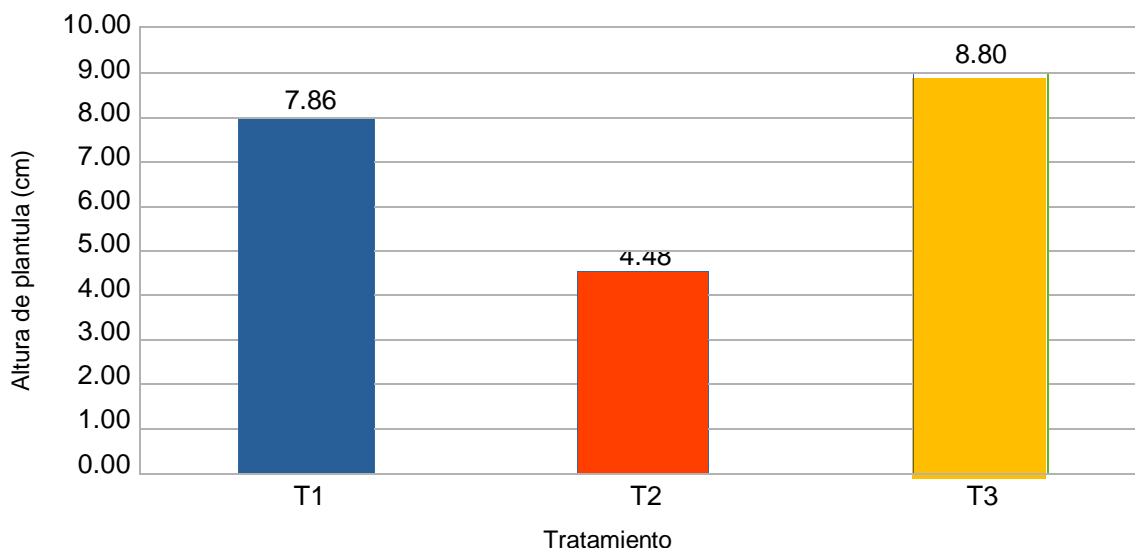
Tabla 11: Altura de plántula de aliso

Trat.	Tratamiento				
	Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)	Total	Media
R1	7.50	5.50	8.70	21.70	7.23
R2	7.80	3.93	8.73	20.47	6.82
R2	8.27	4.00	8.97	21.23	7.08
Total	23.57	13.43	26.40		
Promedio	7.86	4.48	8.80		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla (11) se muestra el resumen de los datos recolectados de campo para la variable altura foliar y también los promedios tanto por tratamientos, con ello se ha calculado el ANVA que se muestra en la tabla (11).

Figura 8: Altura de plántula de aliso por tratamiento



Fuente: Elaboración propia

En la figura (7) se muestra el promedio de altura de plántula para cada uno de los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) Tratamiento 2 (33.3 % TN,

50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C), en donde se puede observar que Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) tiene en promedio 8.80 cm de altura seguido por Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) con 7.86 cm aproximadamente, podemos notar también que el Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) en este indicador también no ha tenido mayor desarrollo con tan solo 4.48 cm que viene a ser casi la mitad de lo conseguido con el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C).

Tabla 12: Análisis de varianza de Altura de plántula de aliso

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Pr(>F)	Ft (5%)	Ft (1%)	Sig
Tratamiento	2	31.005	15.503	48.49	0.0002	6.94	10.9	***
Error	6	1.656	0.32					
Total	8	32.66						

Fuente: Elaboración propia

La tabla (12) muestra los resultados del análisis de varianza entre tratamientos de la variable altura foliar, donde se puede visualizar que existe una diferencia altamente significativa entre las medias de altura foliar entre los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C), Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) al 95 % de confianza, es decir, al menos un tratamiento tiene la media de altura foliar estadísticamente diferente ($F_c = 37.438$ es mayor que $F_t = 6.94$).

Tabla 13: Comparación múltiple de medias de Tukey al 95% de confiabilidad de Altura de plántula de aliso

Tratamiento	Diferencia	Min	Max	p adj	Sig.
T2-T1	3.3800000	-5.2525801	-1.507420	0.0066141	S
T3-T1	0.9433333	-0.9292467	2.815913	0.2817407	NS
T3-T2	4.3233333	2.4507533	6.195913	0.0026364	S

Fuente: Elaboración propia

$$w = q \sqrt{CMe \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)} = 4.2 \sqrt{\frac{0.32 * 2}{3}} = 1.94$$

En la tabla (13) se expone la comparación múltiple de medias de Tukey al 95% de confiabilidad de la variable altura foliar, donde se puede observar que estadísticamente existe diferencia significativa entre los tratamientos Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) y entre los tratamientos Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) y Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) sin embargo entre Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) y Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) no existe diferencia significativa. Por lo que podemos afirmar con una confianza de 95% que el Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) es mejor que el Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y que el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) es mejor que el Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y por lo tanto Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) es mejor que Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) para obtener mejor altura foliar en plántones de Aliso a nivel de almacigo.

Tabla 14: Comparación de medias por grupos de Altura de plántula de aliso

Tratamiento	Promedio	Grupos
Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)	8.800000	a
Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	7.856667	a
Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	4.476667	b

Fuente: Elaboración propia

La tabla (14) muestra la comparación de medias por grupos de la variable altura foliar donde se observa que entre los tratamientos Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) y entre los tratamientos Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) existe diferencia puesto que no comparten el mismo grupo, sin embargo entre los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) Y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) la diferencia no es significativo porque pertenecen al mismo grupo.

49. Diámetro de tallo de Aliso (*Alnus acuminata* HBK) (ANVA)

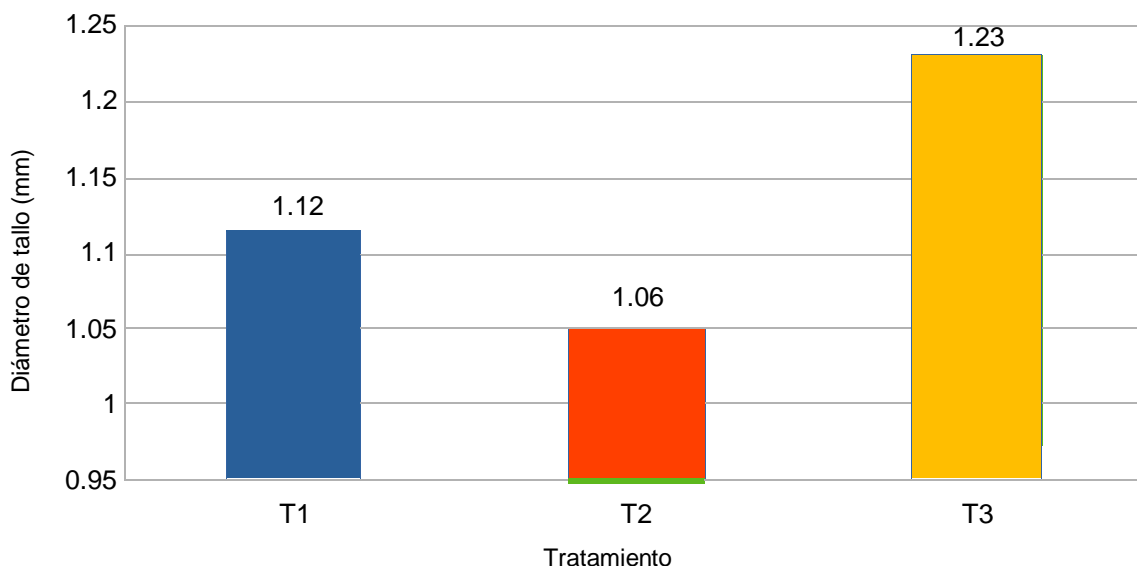
Tabla 15: Diámetro de tallo de Aliso

Trat.	Tratamiento				
	Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)	Total	Media
R1	1.04	1.08	1.21	3.33	1.11
R2	1.14	1.04	1.23	3.41	1.14
R3	1.17	1.05	1.25	3.47	1.16
Total	3.35	3.17	3.69		
Promedio	1.12	1.06	1.23		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla (15) se muestra el resumen de los datos recolectados de campo para el variable diámetro de tallo y también los promedios tanto por tratamientos , con ello se han calculado el ANVA que se muestra en la tabla (15).

Figura 9: Diámetro de tallo de Aliso por tratamiento



Fuente: Elaboración propia

La figura (8) muestra el promedio de diámetro de tallo para los distintos tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C), aquí se puede observar que Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) nuevamente tiene en promedio más alto con 1.23 mm aproximadamente, seguido por el Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) con 1.12 mm y por último se encuentra el Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) con tan solo 1.06 mm de diámetro de tallo.

Tabla 16: Análisis de varianza de Diámetro de tallo de Aliso

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Pr(>F)	Ft (5%)	Ft (1%)	Sig
Tratamiento	2	0.04649	0.023244	12.16	0.0199	6.94	10.9	*
Error	6	0.00764	0.001911					
Total	8	0.05						

Fuente: Elaboración propia

La tabla (16) muestra los resultados del análisis de varianza entre tratamientos de la variable diámetro de tallo, donde se puede visualizar que existe una diferencia significativa entre las medias de diámetro de tallo entre los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C), Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) al 95 % de confianza, es decir, al menos un tratamiento tiene la media de diámetro de tallo estadísticamente diferente (Fc = 12.16 es mayor que Ft = 6.94).

Tabla 17: Comparación múltiple de medias de Tukey al 95% de confiabilidad de Diámetro de tallo de Aliso

Tratamiento	Diferencia	Min	Max	p adj	Sig.
T2-T1	0.0600000	-0.1872136	0.06721364	0.3173490	NS
T3-T1	0.1133333	-0.0138803	0.24054697	0.0708471	NS
T3-T2	0.1733333	0.0461197	0.30054697	0.0180645	S

Fuente: Elaboración propia

$$w = q \sqrt{CMe \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)} = 4.2 \sqrt{\frac{0.002 * 2}{3}} = 0.153$$

En la tabla (17) se expone la comparación múltiple de medias de Tukey al 95% de confiabilidad de la variable diámetro de tallo, donde se puede observar que estadísticamente existe diferencia significativa entre los tratamientos Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) y Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) sin embargo entre Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) y Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) no existe diferencia significativa, análogamente entre Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) no existe diferencia significativa. Por lo que podemos afirmar con una confianza de 95% que el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) es mejor que el Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) para obtener mejor diámetro de tallo de plántones de Aliso a nivel de almacigo.

Tabla 18: Comparación de medias por grupos de Diámetro de tallo de Aliso

Tratamiento	Promedio	Grupos
Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	1.230000	a
Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	1.116667	ab
Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)	1.056667	b

Fuente: Elaboración propia

La tabla (18) muestra la comparación de medias por grupos de la variable diámetro de tallo, donde se observa que entre los tratamientos Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) y Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) tiene diferencia significativa, puesto que no comparten el mismo grupo, mientras, entre los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) y entre los tratamientos, Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) y Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) no hay diferencia significativa puesto que pertenecen al mismo grupo respectivamente.

410 Longitud de raíz de Aliso (*Alnus acuminata* HBK) (ANVA)

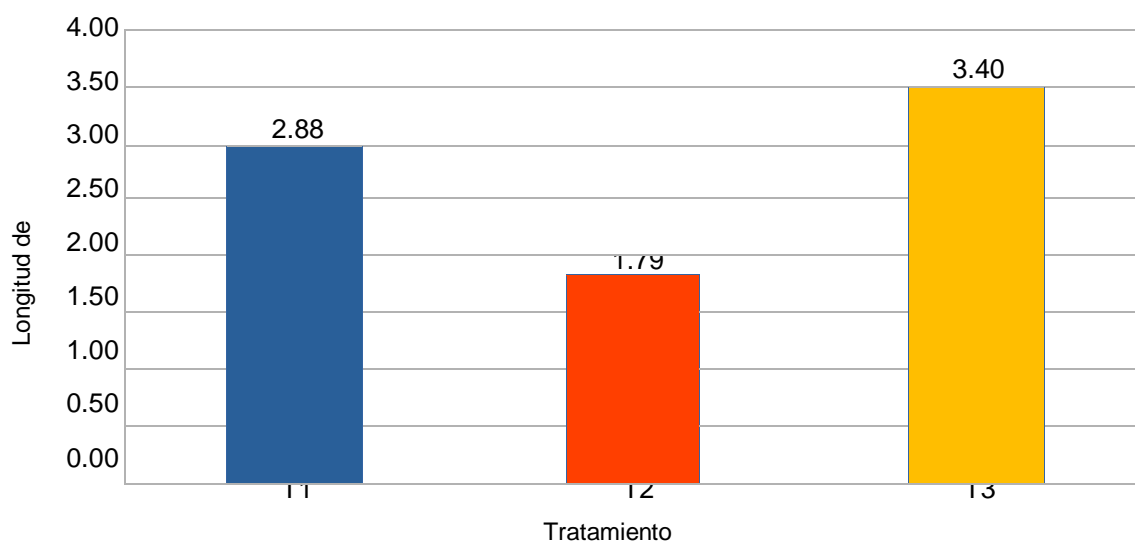
Tabla 19: Longitud de raíz (cm)

Trat.	Tratamiento				
	Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)	Total	Media
R1	2.70	1.83	3.50	8.03	2.68
R2	2.87	1.50	3.23	7.60	2.53
R3	3.07	2.03	3.47	8.57	2.86
Total	8.63	5.37	10.20		
Promedio	2.88	1.79	3.40		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla (19) se muestra el resumen de los datos recolectados de campo para la variable longitud de raíz y también los promedios por tratamientos , con ello se ha calculado el ANVA que se muestra en la tabla (19).

Figura 10: Longitud de raíz de Aliso por tratamiento



Fuente: Elaboración propia

En la figura (9) se muestra el histograma de la variable longitud de raíz para los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C), en donde destaca el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) con una longitud de raíz en promedio de 3.40 cm seguido por el Tratamiento 1 que tiene 2.88 cm y el tratamiento con la menor longitud de raíz es el Tratamiento 2.

Tabla 20: Análisis de varianza de Longitud de raíz de Aliso

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	Pr(>F)	Ft (5%)	Ft (1%)	Sig
Tratamiento	2	4.069	2.0343	47.74	0.000207	6.94	10.9	***
Error	6	0.256	0.0426					
Total	8	4.17						

Fuente: Elaboración propia

La tabla (20) muestra los resultados del análisis de varianza entre tratamientos de la variable longitud de raíz, donde se puede visualizar que existe una diferencia altamente significativa entre las medias de longitud de raíz de los tratamientos Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C), Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) al 95 % de confianza, es decir, al menos un tratamiento tiene la media de longitud de raíz estadísticamente diferente ($F_c = 82.883$ es mayor que $F_t = 6.94$).

Tabla 21: Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de Longitud de raíz de Aliso

Tratamiento	Diferencia	Min	Max	p adj	Sig.
T2-T1	1.093333	-1.54923093	-0.6374357	0.0015517	S
T3-T1	0.520000	0.06410241	0.9758976	0.0489678	S
T3-T2	1.613333	1.15743574	2.0692309	0.0001829	S

Fuente: Elaboración propia

$$w = q \sqrt{CMe \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)} = 4.2 \sqrt{\frac{0.024 * 2}{3}} = 0.531$$

En la tabla (21) se expone la comparación múltiple de medias de Tukey al 95% de confiabilidad de la variable longitud de raíz, donde se puede observar que

estadísticamente existe diferencia significativa entre los tratamientos Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) y entre los tratamientos Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) y Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C), sin embargo entre Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) y Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) no existe diferencia significativa. Por lo que podemos afirmar con una confianza de 95% que el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) es mejor que el Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) y Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) para obtener mayor longitud de raíz de las plántulas de Aliso a nivel de almacigo.

Tabla 22: Comparación de medias por grupos Longitud de raíz de Aliso

Tratamiento	Promedio	Grupos
Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C)	3.400000	a
Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C)	2.880000	b
Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C)	1.786667	c

Fuente: Elaboración propia

La tabla (22) muestra la comparación de medias por grupos de la variable longitud de raíz donde se observa que los tratamientos Tratamiento 1 (50% TN, 33.3% A, 16.7% C) Tratamiento 2 (33.3% TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50%

C) existe diferencia significativa puesto que no pertenecen a diferentes grupos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación se ha alcanzado las siguientes conclusiones:

a). La evaluación del porcentaje de germinación de aliso en los tratamientos en estudio se concluye en lo siguiente. El tratamiento 3 muestra el 48.33% % de germinación, seguido del tratamiento 1 con 45.67 % de germinación y tratamiento 2 con 42.33%, por lo tanto, se concluye que el tratamiento 3 es el mejor respecto a la germinación.

b). Respecto al indicador **Número de hojas**, el Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) es mejor que el Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) para la obtención de plantones de Aliso con mayor número de hojas a nivel de almacigo, puesto que tenemos para Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) un promedio de número de hojas 5.22u frente a 3.78u del Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C), sin embargo entre los tratamientos Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) y Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) parece no haber diferencia para dicho indicador.

c). Respecto al indicador **Altura de plántula de aliso**, con un nivel de confianza de 95% se afirma que el Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) es mejor que el Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y que el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) es mejor que el Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y por lo tanto Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) es mejor que Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) y Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) para obtener mejor altura de plántula de aliso a nivel de almacigo. Dado que se obtuvieron un promedio de altura foliar de 8.80 cm para el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) frente a 7.86 cm para Tratamiento 1 (50% TN, 33.3% A, 16.7% C) y 4.48 cm para Tratamiento 2 (33.3% TN, 50% A, 16.7% C).

d). Respecto al indicador **Diámetro de tallo de Aliso**, al de 95% confianza, el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) obtuvo 1.23 mm es mejor que el Tratamiento 2 (33.3% TN, 50% A, 16.7% C) que obtuvo 1.06 mm y el tratamiento 1(3TN, 2A, 1C) que obtuvo 1.12 mm para obtener mejor diámetro de tallo de plántulas de Aliso a nivel de almacigo.

e). Respecto al indicador **Longitud de raíz de Aliso**, el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) es mejor que el Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) y Tratamiento 2 (33.3 % TN, 50% A, 16.7% C) para obtener mayor longitud de raíz de las plántulas de Aliso a nivel de almacigo dado que se obtuvo una longitud de tallo de 3.40 cm para el Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) frente a 2.88 cm para Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C) y 1.79 cm para Tratamiento 1 (50 % TN, 33.3 % A, 16.7% C).

5.2. RECOMENDACIONES

A la luz de los resultados obtenidos en este trabajo de investigación parece ser el compost es un componente clave para la mejor obtención de plántulas de Aliso a nivel de almacigo por lo que se recomienda una investigación similar con los porcentajes del Tratamiento 3 (16.7% TN, 33.3% A, 50% C) es decir, 1 de Tierra Negra, 2 de Arena y 3 de Compost, obtenidos de diferentes fuentes de compost.

Se recomienda a los productores forestales elaboración de compost con mayor frecuencia para la producción de plántulas a nivel de almacigo.

Difundir la producción e instalación de aliso (*Alnus acuminata HBK*) en nuestra región ya que se encuentra en el proceso de extinción y realizar plantaciones en ojos de manantes para la retención de la humedad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, M. et al. (1998).** Agua, Sustratos Naturales, Suelo y Medio Ambiente en Invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. España –Sevilla.
- Arbeláez, M. Prada I. (2004).** Manejo de semillas Forestales nativas de la Sierra del Ecuador y Norte del Perú.
- Añazco M. (1996).** Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador. Aliso. Editorial graficas Iberia. Quito- Ecuador. El aliso 7-22
- Artetxe, A. (1997).** Caracterización Física de Sustratos en Cultivos. Quito Ecuador.
- Bernal y Correa, (1989).** Fenología y producción de aliso.
- Buenza, A. (1997).** Caracterización Física de los Sustratos en Cultivos. Revista Hortícola N.- 125. Quito-Ecuador.
- Carrillo F. (1998).** Propiedades Físicas y Mecánicas en Especies Nativas, Aliso, Arrayán, Capulí, Molle, Quishuar. ESPOCH. Riobamba-Ecuador.
- Chamacas S. y Tipaz G. (1995).** Árboles de los Bosques Interandinos del Norte de Ecuador. Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana. Monografía N°4. Quito-Ecuador.
- Corente, J. (1997).** Propagación de aliso.
- Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF), (2002).** Aplicación de métodos de estacas e injertos para la propagación vegetativa de *Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken y *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. Serie de Documentación N47. 61P
- Delgado, F. (1989).** Informe Técnico N.- 12. Programa de Investigación en Cultivos Forestales. INIA. Lima-Perú.
- Easley y Citado por Chicaiza, (2004).** Propagación vegetativa de aliso.
- Grau, (1985).** Capacidad de fijar el nitrógeno en simbiosis en aliso.
- Hidrovo L. (1992).** Características botánicas de árboles y arbustos nativos para el desarrollo forestal alto andino. Editorial luz de américa. Edición primera. Quito-Ecuador.
- Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales INEFAN. (1992).** Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y de Vida Silvestre.

- Lamprecht, (1990);** Usos de Aliso *Alnus acuminata* HBK.
- Liberman, (1991).** Silvopastoril alta productividad ganadera y desarrollo de aliso
- Llurba, M. (1997).** Parámetros a tener en cuenta en los Sustratos. Revista Hortícola.
- Maroto, J. (1990).** Sustratos Naturales Elementos de Horticultura General. Editorial Mundi- Prensa. Madrid- España.
- Mahecha et. Al. 2012.** Clasificación taxonómica de Aliso (*Alnus acuminata* HBK).
- Mesén, (1998).** Ventajas de propagación de aliso.
- Molina, M. (2008).** Microorganismos y micronutrientes en el crecimiento y desarrollo del Aliso (*Alnus acuminata* HBK HBK) en un sistema silvopastoril alto andino. *Livestock Research for Rural Development*, 20(4).
- Moottet y Hamm. (1970).** Árboles y Arbustos Ornamentales. Edición Mundi. España y Origen de Aliso *Alnus acuminata* HBK
- Núñez, (1991)** La producción de aliso mejora los suelos.
- Llurba, M. (1997)** Gravas, sustratos naturales de aliso (*Alnus acuminata* HBK)
- Portilla F. (2013).** Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* HBK HBK) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza (Bachelor's thesis).
- Pretell et. Al (1980).** Fenología y reproducción de Aliso (*Alnus acuminata* HBK).
- Proyecto de desarrollo forestal Campesino en los Andes del Ecuador. (1994).** Reproducción por brotes de Aliso (*Alnus acuminata* HBK HBK)
- Reyes S., F; Forero B. (2003),** Evaluación de árboles plus y propagación vegetativa de aliso *Alnus acuminata* HBK H.B.K. Bogotá, Universidad Distrital “Francisco José de Caldas”. Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Rojas, 1991.** Propiedades físicas de aliso (*Alnus acuminata* HBK).
- Urrestarazu, M. 1997.** Manuel de Cultivos sin Suelo. Editorial Servicios de Publicaciones.
Almería. Universidad de Almería. España.
- Ulloa, C. y Moller, P. (1995).** Propagación de aliso.

ANEXOS

ANEXO 01: ANÁLISIS DE SUELO

ANEXO 02: FICHA DE EVALUACIÓN

ANEXO 03: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL

ANEXO 04: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

Los anexos y los planos se encuentran resguardados en el archivo de la Biblioteca Central de la Universidad.