

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TESIS**

**EFFECTO DE DOS SUSTRATOS Y TRES ENRAIZADORES COMERCIALES EN LA PROPAGACIÓN POR ESTACAS DE ALISO (*Alnus acuminata*) EN EL CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA, SAN JERÓNIMO – CUSCO**

**PRESENTADO POR:**

Br. EDY DOMINGO HUALLPA RIVAS

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO.**

**ASESOR:**

Dr. RICARDO GONZALES QUISPE

**CUSCO – PERU**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: Efecto de dos sustratos y tres enraizadores comerciales en la propagación por estacas de aliso (Alnus acuminata) en el Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo - Cusco

presentado por: Fely Domingo Nuallpa Rivas con DNI Nro.: 70082226 presentado por: ..... con DNI Nro.: ..... para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Agrónomo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 27 de noviembre de 2024

  
Firma

Post firma Ricardo Gonzalez Quipe

Nro. de DNI 23 90 37 79

ORCID del Asesor 0000-0003-0227-8770

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:409996081 ✓

# EDY DOMINGO HUALLPA RIVAS

## EFFECTO DE DOS SUSTRATOS Y TRES ENRAIZADORES COMERCIALES EN LA PROPAGACIÓN POR ESTACAS DE ALIS...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:409996081

Fecha de entrega

27 nov 2024, 4:14 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

27 nov 2024, 12:59 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

110 TESIS EDY DOMINGO HUALLPA RIVAS.pdf

Tamaño de archivo

3.8 MB

112 Páginas

24,279 Palabras

125,491 Caracteres




# 9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 68 palabras)

## Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**  
9 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiar mi camino y darme las fuerzas para enfrentar las adversidades de la vida. A mis padres Macario Huallpa Sollase y Teresa Rivas Pinares, por la vida y apoyo constante. A mis hermanos Jose, Maria y Yesenia quienes fueron mis impulsores para seguir adelante.

A mi abuela Dionicia y demás familiares a quienes los quiero mucho.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi eterno agradecimiento a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Agronomía y Zootecnia, por ser el alma mater y centro de estudios que permitieron mi formación profesional.

A todos mis docentes de la Escuela Profesional de Agronomía, por las enseñanzas y lecciones impartidas.

Al Dr. Ricardo Gonzales Quispe, por asesoría brindada durante el desarrollo y realización del presente trabajo de investigación, por sus sabias palabras y constante apoyo incondicional.

Al Centro de Investigación en Sistemas Agroforestales CISAF por haberme acogido amablemente en sus instalaciones para la ejecución del presente trabajo.

Al Circulo de Estudios e Investigación en Desarrollo Rural LLank'arisun por brindarme el apoyo logístico e insumos para la realización del presente trabajo de investigación.

A mis padres, hermanos y demás familiares, a quienes debo la vida y son mi fortaleza para seguir cumpliendo más metas.

A mis compañeros de trabajo y amigos: Lic. Jorge Zeballos e Ing. Pedro Arosquipa por el apoyo y motivación para la culminación del presenta trabajo de investigación.

A mis compañeros y mis estimados amigos: Rocio, Victor y Brayton, por el apoyo y la amistad incondicional prestada en mi vida universitaria.

## RESUMEN

El trabajo de investigación intitulado “Efecto de dos sustratos y tres enraizadores comerciales en la propagación por estacas de aliso (*Alnus acuminata*) en el Centro Agronómico K’ayra, San Jerónimo – Cusco”, tuvo como objetivo general, evaluar el efecto de la aplicación de biosólidos y enraizadores comerciales en la propagación por estacas de aliso (*Alnus acuminata*) bajo condiciones del Centro Agronómico K’ayra, San Jerónimo – Cusco.

Para lograr este objetivo, se efectuó la instalación del experimento en el vivero forestal del CISAF del Centro Agronómico K’ayra de la Facultad de Agronomía y Zootecnia del Distrito de San Jerónimo, Provincia y Región Cusco, en la cual se optó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), considerando dos tipos de sustrato: 01 = Tierra Agrícola (57.14%), Biosólido (28.57%), Arena de río (14.29%), y 02= Tierra agrícola (50%), Tierra negra (25%), Arena de río (25%), y tres tipos de enraizadores: Rapid Root, Root Hor y Raimazter, con una cantidad total de 07 tratamientos, incluido un tratamiento control o testigo , 04 repeticiones, y un total de 28 unidades experimentales.

Las conclusiones a que se llegó fueron:

El sustrato Tierra agrícola + Tierra negra + Arena de río 2:1:1 con Raimazter, en número de brotes por estaca generó 1.95 brotes por estaca; en longitud de brotes de estacas alcanzó 11.735 mm, generó 6 raíces por estaca, alcanzó 6.76 cm de longitud de raíces por estaca. En número de hojas por brote de estacas el sustrato Tierra agrícola + Biosólido + Arena de río 2:1:0.5 con Raimazter, formó 4.25 hojas por brote de estacas, y en longitud de hoja por estacas el sustrato Tierra agrícola + Tierra negra + Arena de río 2:1:1 con Root Hor, alcanzó 33.1775 mm; en todos superiores a los demás tratamientos.

En número de estacas en mortandad el sustrato Tierra agrícola y arena río (3:1) sin enraizador (Testigo), con 15 estacas muertas, fue superior a los demás tratamientos.

Con el tratamiento Tierra agrícola + Arena de río (Testigo) se logró la mayor utilidad económica de S/. 1 155.69 que representa un índice de rentabilidad de 41.27 %; lo que quiere decir que, por cada S/. 100.00 invertido en la producción de plantas de

aliso, hay una ganancia a favor del productor de S/ 41.27, lo que significa que es rentable la producción de estas plantas.

**Palabras clave:**

Biosólidos, Enraizadores, Estacas, Propagación.



## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>x</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>I. EL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Identificación del problema de investigación .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. Formulación del problema .....</b>	<b>2</b>
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas específicos.....	3
<b>II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Objetivos .....</b>	<b>4</b>
2.1.1. Objetivo General.....	4
2.1.2. Objetivos Específicos .....	4
<b>2.2. Justificación .....</b>	<b>4</b>
<b>III. HIPÓTESIS .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Hipótesis General.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Hipótesis Específica .....</b>	<b>6</b>
<b>IV. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. Antecedentes de investigación.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2. Bases teóricas .....</b>	<b>7</b>
4.2.1. Importancia económica del Aliso .....	7
4.2.2. Origen del nombre .....	8
4.2.3. Distribución geográfica .....	8
4.2.4. Características edafoclimáticas .....	8
4.2.5. Taxonomía.....	9

4.2.6. Características morfológicas.....	10
4.2.7. Características botánicas .....	11
4.2.8. Propagación.....	12
4.2.9. Biosólido .....	17
4.2.10. Producción de biosólidos.....	18
4.2.11. Contaminantes de los biosólidos .....	19
4.2.12. Clasificación de los biosólidos .....	20
4.2.13. Aplicación de biosólidos al suelo .....	21
4.2.14. Uso de biosólidos en el sector forestal .....	23
4.2.15. Fitohormonas.....	24
4.2.16. Sustrato .....	29
<b>4.3 Generalidades sobre costos.....</b>	<b>31</b>
4.3.1. Clasificación de costos por divisionales.....	31
4.3.2. Clasificación según su grado de variabilidad .....	32
4.3.3. Clasificación costos directos e indirectos .....	32
4.3.4. Partida .....	32
4.3.5. Análisis de costos unitarios.....	32
4.3.6. Nombre de la actividad .....	33
4.3.7. Unidad de medida.....	35
<b>V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1. Tipo de Investigación: Experimental .....</b>	<b>39</b>
<b>5 .2. Ubicación Espacial.....</b>	<b>39</b>
5.2.1. Ubicación Política .....	39
5.2.2. Ubicación Geográfica .....	39
5.2.3. Ubicación Hidrográfica.....	39
5.2.4. Ubicación Ecológica .....	39
<b>5.3. Ubicación Temporal .....</b>	<b>41</b>
<b>5.4. Materiales y Métodos .....</b>	<b>41</b>
5.4.1. Materiales .....	41
5.4.2. Metodología.....	42
<b>5.5. Actividades en la ejecución de la investigación.....</b>	<b>46</b>

5.5.1. Identificación de material vegetativo .....	46
5.5.2. Recolección y preparación del material vegetativo .....	46
5.5.3. Preparación de sustrato .....	46
5.5.4. Desinfección del sustrato .....	48
5.5.5. Embolsado de sustrato .....	48
5.5.6. Preparación de enraizadores .....	49
5.5.7. Instalación del experimento .....	50
5.5.8. Protección .....	50
5.5.9. Riego .....	50
5.5.10. Evaluaciones .....	50
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>6.1. Características agronómicas .....</b>	<b>52</b>
6.1.1. Número de brotes por estaca de Aliso .....	52
6.1.2. Longitud de brotes de estacas de Aliso .....	54
6.1.2. Número de hojas por brote de estacas de Aliso .....	54
6.1.2. Longitud de hojas por brote de estacas de Aliso .....	54
<b>6.2. Mortandad y enraizamiento de las estacas .....</b>	<b>52</b>
6.2.1. Número de estacas en mortandad de Aliso .....	63
6.2.2. Número de raíces por estaca de Aliso .....	63
6.2.3. Longitud de raíces por estaca de Aliso .....	63
<b>VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS .....</b>	<b>70</b>
<b>7.1. Conclusiones .....</b>	<b>70</b>
<b>7.2. Sugerencias .....</b>	<b>71</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01: Valores clasificados del número de brotes por estaca de Aliso con la utilización de sustratos y enraizadores.....	52
Cuadro 02: Análisis de varianza del número de brotes por estaca de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores. ....	52
Cuadro 03: Prueba de Tukey de tratamientos para número de brotes por estaca..	53
Cuadro 04: Longitudes de brotes de estacas de aliso organizadas según el uso de sustratos y enraizadores .....	54
Cuadro 05: Análisis de varianza de la longitud de brotes de estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores .....	55
Cuadro 06: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de brotes de estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores .....	55
Cuadro 07: Lista de números del número de hojas por brote de las estacas de Aliso mediante el uso de sustratos y enraizadores. ....	57
Cuadro 08: Análisis de varianza del número de hojas por brote de estacas de Aliso con la aplicación de enraizadores y enraizadores.....	58
Cuadro 09: Ordenamiento de tratamientos para Número de hojas por brote de estacas.....	58
Cuadro 10: Valores clasificados de la longitud de las hojas de estacas de Aliso en relación con la aplicación de sustratos y hormonas de enraizamiento.....	59
Cuadro 11: Análisis de varianza de la longitud de hoja por estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores .....	59
Cuadro 12: Prueba de ordenamiento para Longitud de hoja por estacas (mm).....	60
Cuadro 13: Valores ordenados del número de estacas en mortandad de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores .....	61
Cuadro 14: Análisis de varianza del número de estacas en mortandad de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores .....	61
Cuadro 15: Comparaciones de medias Tukey del número de estacas en mortandad de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores .....	62
Cuadro 16: Valores ordenados del número de raíces por estaca de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores .....	63
Cuadro 17: Análisis de varianza del número de raíces por estaca de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores .....	63

Cuadro 18: Comparaciones de medias Tukey del número de raíces por estaca de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores .....	<b>64</b>
Cuadro 19: Longitudes de raíces ordenadas de estacas de Aliso en función de la aplicación de sustratos y enraizadores. ....	<b>65</b>
Cuadro 20: Análisis de varianza de la longitud de raíces de estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores .....	<b>66</b>
Cuadro 21: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de raíces de estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores .....	<b>66</b>
Cuadro 22: Resumen de costos de producción .....	<b>68</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Ubicación del lugar experimental.....	<b>40</b>
Gráfico 02: Comparaciones de medias Tukey del número de brotes por estaca de Aliso con la aplicación de biosólidos y enraizadores.....	<b>52</b>
Gráfico 03: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de brote de estacas de Aliso con la aplicación de biosólidos y enraizadores.....	<b>56</b>
Gráfico 04: Comparaciones en el número de hojas por brote de estacas de aliso utilizando diferentes sustratos y enraizadores. ....	<b>58</b>
Gráfico 05: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de hoja de estacas de Aliso con la aplicación de biosólidos y enraizadores.....	<b>60</b>
Gráfico 06: Comparaciones de medias Tukey del número de raíces por estaca de Aliso con la aplicación de biosólidos y enraizadores.....	<b>65</b>
Gráfico 07: Análisis de comparaciones de medias Tukey sobre el número de raíces por estaca de Aliso, considerando la aplicación de sustratos y enraizadores.....	<b>65</b>
Gráfico 08: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de raíces de estacas de Aliso con la aplicación de biosólidos y enraizadores.....	<b>67</b>

## **INTRODUCCIÓN**

En la sierra y valles interandinos del Perú, existe el aliso, una especie forestal de amplia distribución y abundancia en la sierra central. El aliso es una especie forestal de gran potencial forestal, agrosilvopastoril y medicinal, y tiene un rango altitudinal bien adaptado, que va desde los 1200 m hasta los 3800 m, aunque su adaptación óptima se encuentra en altitudes de los 2500 m a los 3300 m. Sin embargo, en regiones como Cusco, la densidad poblacional de aliso es escasa.

El aliso tiene características botánicas que lo hacen adecuado para ser aprovechado con fines madereros, agroforestales y medicinales.

El tratamiento de aguas residuales es un proceso crucial para contribuir al saneamiento ambiental, permitiendo que las aguas contaminadas producto de los desagües y aguas pluviales que son vertidas al río Huatanay sean tratadas, se remueva la materia orgánica y sólidos suspendidos. En la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) San Jerónimo se generan biosólidos del tipo B que, con un tratamiento térmico adecuado, pueden convertirse en biosólidos de tipo A de uso inmediato para la agricultura así en la propagación de especies vegetales de interés agronómico con múltiples propiedades agronómicas, así como también la restauración de suelos degradados.

Los enraizadores, que contribuyen a la proliferación y formación de un sólido sistema radicular que facilita el crecimiento y desarrollo de una nueva planta. La formación de raíces es crucial para absorber y transportar el agua, los minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta al suelo. Las hormonas vegetales fomentan la creación de raíces, la insuficiente producción de hormonas se suplirá con estimulantes artificiales como el ácido indol butírico (AIB) y el ácido indol acético (AIA), los cuales se pueden utilizar en líquido o polvo. Las cantidades a utilizar son muy reducidas ya que de lo contrario podrían causar graves daños.

**EL AUTOR**

## I. EL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Identificación del problema de investigación

En la sierra sur del Perú, especialmente en la región de Cusco, el aliso está siendo revalorizado debido a sus múltiples beneficios agroforestales. Sin embargo, su propagación masiva y rápida enfrenta limitaciones, principalmente por la falta de aplicación de métodos adecuados, como la propagación por estacas, el uso correcto de sustratos (incluidos los biosólidos) y el empleo de enraizadores comerciales específicos para esta especie.

En el Centro Agronómico K'ayra, la producción de plantas adecuadas para reforestación se ve afectada por los bajos niveles de prendimiento de las estacas de aliso. Este problema se atribuye a varios factores, entre ellos: el uso inadecuado de las proporciones que conforman los sustratos, la introducción insuficiente de materiales como el biosólido, la recolección ineficaz de material vegetativo y la presencia de yemas inactivas en las estacas extraídas de las ramas intermedias de los árboles semilleros. Estas ramas, aunque son la fuente de material vegetativo más abundante y accesible, presentan dificultades para el enraizamiento. Como resultado, se obtienen bajos porcentajes de enraizamiento, niveles reducidos de producción y un retraso en el desarrollo de brotes y raíces.

Para enfrentar esta problemática, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo estudiar la propagación del aliso mediante estacas, utilizando diferentes sustratos, incluidos biosólidos, y fitohormonas enraizadoras comerciales del grupo de las auxinas. Con este enfoque, se busca incrementar la producción de plantas de aliso en menor tiempo, lo que generaría múltiples beneficios tanto para los agricultores como para el medio ambiente.

### 1.2. Formulación del problema

#### 1.2.1. Problema General

¿Cuál es el efecto de mezclas de dos sustratos con tres enraizadores comerciales en la propagación de aliso (*Alnus acuminata*) mediante estacas, en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo – Cusco?



### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son las características agronómicas de aliso propagadas mediante estacas, en mezclas de sustratos con enraizadores, en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo – Cusco?
- ¿Cuál es el número de mortandad y enraizamiento de las estacas de aliso en mezclas de sustratos con enraizadores comerciales, en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo – Cusco?
- ¿Cuál es el costo de producción por tratamiento en la propagación de aliso por estacas de aliso, en mezclas de sustratos con enraizadores comerciales?

## II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

### 2.1. Objetivos

#### 2.1.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de mezclas de sustratos con enraizadores comerciales en la propagación de aliso (*Alnus acuminata*) mediante estacas, en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo – Cusco.

#### 2.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características agronómicas de las estacas de aliso propagadas empleando dos sustratos y enraizadores, bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo – Cusco.
- Encontrar el número de mortandad y enraizamiento de las estacas de aliso en mezclas de sustratos con enraizadores, en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo – Cusco.
- Analizar el costo de producción por tratamiento en la propagación de aliso por estacas de aliso, en mezclas de sustratos con enraizadores comerciales.

### 2.2. Justificación

El aliso es una de las especies más promisorias de la agroforestería en la zona andina, esta tienen un desarrollo relativamente rápido y con buenas podas se puede conseguir fustes rectos, también es utilizada como fuente de forraje en estaciones donde el forraje es escasa, con una concentración de 16% de proteína superando a la alfalfa, sus hojas también pueden ser utilizadas como infusiones medicinales, así mismo el aliso incorpora nitrógeno al suelo, posee madera suave especialmente para trabajos de arte en madera.

Es una especie que se puede utilizar en la estabilización de cárcavas, y en sistema silvopastoriles.

El aliso es una especie que se propaga generalmente por semilla vegetativa (brotes basales) por el alto porcentaje de prendimiento, pero en la presente investigación se usó estacas provenientes de las ramas intermedias del árbol semillero, por lo tanto,

es necesario conocer el número de mortandad y enraizamiento que presentan las estacas de aliso.

Mencionando a los biosólidos que se genera en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Jerónimo se genera alrededor de 45  $m^3$  al día de biosólidos del tipo B, una fuente rica de materia orgánica a comparación de otros abonos, los biosólidos son una fuente alternativa más barata que puede ser utilizada como sustrato en la propagación muchas especies forestales, de esta manera se le da más valor agroforestal, recordando que en nuestra región se genera dicho abono. Con la ayuda de las auxinas, fitohormonas enraizadoras, se buscará el prendimiento de estacas basales aliso en el menor tiempo y en mayores cantidades, listos para terreno definitivo.

De igual manera estimando los costos de producción se puedan considerar si pueden ser replicables los mejores tratamientos para la producción en viveros o con fines de investigación.

### III. HIPÓTESIS

#### 3.1. Hipótesis General

- Existen diferencias estadísticas significativas en el efecto de mezclas de sustratos con enraizadores comerciales en la propagación de aliso (***Alnus acuminata***) mediante estacas, en el Centro Agronómico K'ayra - San Jerónimo – Cusco.

#### 3.2. Hipótesis Específica

- Existen diferencias estadísticas significativas en las características agronómicas de las estacas de aliso propagadas empleando sustratos y enraizadores, bajo condiciones del Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo – Cusco.
- Hay mayor número de mortandad y enraizamiento de las estacas de aliso en mezclas de sustratos sin enraizadores, en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, San Jerónimo – Cusco.
- El costo de producción por tratamiento en la propagación de aliso por estacas de aliso, en mezclas de sustratos con enraizadores comerciales, es mayor con incorporación de biosólidos y enraizadores.

## IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1. Antecedentes de investigación

En la “Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza.” En el año 2012 se concluyó: El Sustrato 1 (s1): tierra de paramo y humus 2:1 se obtuvo un prendimiento del 58%. Mientras que el Sustrato 2 (s2): tierra de paramo con un 96% y un 4% de presencia mínima de arena de río, se evidenció un prendimiento del 15%. 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 **(Portilla, 2012)**.

En la “Propagación de Aliso (*Alnus acuminata*) a nivel de vivero, con el uso de sustratos en Vilcabamba Grau- Apurímac” en el año 2017 se concluyó lo siguiente: el efecto del sustrato 3:2:1 (tierra agrícola: tierra de aliso: arena de río) en el prendimiento del aliso (*Alnus acuminata*) según los métodos de propagación, a nivel de vivero en el distrito de Vilcabamba. Lo cual se determinó mediante el Análisis de Varianza demostrando que el método de propagación por brinjal obtuvo mayor resultado en el prendimiento de aliso (*Alnus acuminata*) optando un promedio de 50.927 de la suma de variables, seguido es el método de propagación por estaca quien tuvo el promedio de 26.170, como penúltimo lugar es el método de propagación por brote obteniendo un promedio de 26.067, y por último el método de propagación por semilla obteniendo un promedio de 13,507 **(Vargas, 2017)**.

### 4.2. Bases teóricas

#### 4.2.1. Importancia económica del Aliso

El "aliso" contribuye a aumentar la fertilidad del suelo gracias a una simbiosis radicular con una bacteria del género Frankia, lo que trae como consecuencia la fijación de nitrógeno atmosférico en el interior del suelo. No requiere de materia orgánica, aunque sí necesita de una buena cantidad de humedad en el suelo en la primera

etapa de su vida. Además, tiene buena poda natural, lo que contribuye a generar una madera libre de nudos (**Pretell, 1985**).

#### **4.2.2. Origen del nombre**

El nombre científico del "aliso" con su género *Alnus*, proviene del latín *al*, cerca y *lan*, río, que quiere decir cerca al río o agua (**Ramírez y Bustamante, 1981**).

#### **4.2.3. Distribución geográfica**

El "aliso" es una especie que se encuentra fuera de peligro, con un amplio rango de distribución. Habita en las ecorregiones de la serranía esteparia y la ceja de selva, entre los 0 a los 4000 m.s.n.m., en formaciones de bosque montano nublado y bosques sub-húmedos; ha sido reportado en casi todos los departamentos del país en dicho rango altitudinal; también es muy frecuente encontrarlo plantado.

El "aliso" es oriundo de América Central y del Sur, donde es cultivado en varios países. Habita desde México hasta Argentina, incluyendo Venezuela y Ecuador. Se encuentra en los bosques de montaña en las pendientes orientales húmedas de los Andes. La misma revisión bibliográfica menciona, asimismo, que en nuestro país el "aliso" se encuentra en los bosques ribereños de riachuelos y en lugares húmedos, en las vertientes occidentales y en los valles interandinos, entre los 1500 y los 2800 m.s.n.m. Se ubica principalmente en los departamentos de Amazonas, Áncash, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, Lima y Puno (**Reynel, 2007**).

#### **4.2.4. Características edafoclimáticas**

##### **4.2.4.1. Rango altitudinal**

Bien adaptado bien adaptada entre los 2500 – 3300 msnm (sierra central), aunque crece desde los 1200 hasta los 3800 msnm.

##### **4.2.4.2. Temperatura**

Observada en zonas en las cuales hay ocurrencia eventual de heladas con T° media anual entre 7 – 20°C.

##### **4.2.4.3. Suelo y agua**

La especie suele crecer con facilidad y de modo espontaneo en suelos de textura arenosa, a veces pedregoso y a menudo en las cercanías de fuentes de agua; sin

embargo, es sumamente plástica y adaptable a diversos tipos de suelo y condiciones de humedad (**Reynel y Leon G., 1990**).

#### 4.2.5. Taxonomía

Reino:        Plantae

División:    Angiospennae (Magnoliophyta)

Clase:        Dicotiledoneae (Magnoliopsida)

Orden:        Fagales

Familia:      Betulaceae

Género:        Alnus

Especie:      Alnus acuminata H.B.K.

Subsp:        Acuminata (**Reynel, 2007**).



## **4.2.6. Características morfológicas**

### **4.2.6.1. Árbol**

El árbol es monoico (Que tiene separadas las flores de cada sexo, pero en una misma planta), mediano de 10 a 15 m de altura, 25 a 30 cm DAP (Diámetro a la Altura del Pecho), 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 (**Chamacas y Tipaz, 1995**).

### **4.2.6.2. Copa**

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, es abierta (**Añazco, 1996**).

### **4.2.6.3. 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 (**Añazco, 1996**).

### **4.2.6.4. 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 (**Añazco, 1996**).

### **4.2.6.5. 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 (**Añazco, 1996**).



## **4.2.7. Características botánicas**

### **4.2.7.1. Hojas**

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 **(Carrillo, 1998)**.

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 **(CasANVA, 1976)**.

### **4.2.7.2. Flores**

El tipo de especie es monoico. Las flores surgen en agrupaciones alargadas en la misma rama, siendo el cáliz un poco complicado de identificar y la corola muestra un tono amarillento.

Las inflorescencias de los hombres están compuestas por múltiples brácteas deltoides con tres flores y un cáliz cada una. Este cáliz es membranoso y un poco imbricado. Las brácteas pueden ser duras y cada una está resguardando una cima triflora, apoyándose en un pedúnculo con cuatro bractéolas.

Usualmente, las inflorescencias están organizadas al final de las ramas en amentos que pueden tener hasta 14 cm de longitud, con una tonalidad verde amarillenta de forma cilíndrica y colgantes. Se forman antes de que las hojas surjan y, en la mayoría de las situaciones, se desvanecen completamente tras la floración.

Las inflorescencias femeninas son de forma cilíndrica u ovoide, similares a conos cortos erectos de 0,7 cm a 2,5 cm de longitud y de 0,5 cm a 1,2 cm de diámetro, brácteas entrelazadas con dos flores por cada una, el ovario de alrededor de 3mm de longitud, se muestra desnudo y aplanado con dos celdas biloculares, con un óvulo por cada lóculo, los óvulos solitarios y adheridos cerca del ápice de cada celda, el estigma bifido **(Añazco, 1996)**.

#### **4.2.7.3. Frutos**

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 **(Hidrovo, 1997)**.

Los frutos se reúnen en inflorescencias (conos) en forma de estróbilo, de 2,0 cm a 3,0 cm de longitud y 1,0 cm a 1,5 cm de diámetro con escamas lignificadas **(Añazco, 1996)**.

#### **4.2.7.4. Semilla**

Se encuentran adheridas a la pared del fruto en un número de 100 a 200 semillas/fruto; son muy pequeñas de; 1 mm a 3mm de longitud aproximadamente. Su forma es elíptica, plana, con dos alas angostas y livianas; lo que facilita su movimiento y dispersión ya sea por el viento o por el agua. Además, el peso de 100 semillas es muy variable de acuerdo a la altitud de la región de procedencia **(Añazco, 1996)**.

La semilla de aliso se recoge de los frutos secos cortos y pardo, son diminutas, aproximadamente 4 mm de diámetro, de color café claro, redondeadas aladas y aplanadas. Gran porcentaje de semilla es vana (no viable) **(Ordoñez et al., 2004)**.

La semilla, es el medio principal para perpetuar de generación en generación la mayoría de las plantas (ya que algunas se regeneran vegetativamente) y gran parte de las leñosas. La vida de la semilla es una serie de eventos biológicos, que comienza con la floración de los árboles y termina con la germinación de la semilla madura. Además, sé que define la semilla de aliso está compuesta básicamente de cuatro partes principales: embrión, endospermo, perispermo y la cubierta de la semilla o testa **(Miller, 1967)**.

#### **4.2.8. Propagación**

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 **(Corente, 1997)**.

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 **(Añazco, 1996)**.

A. Ventajas: 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 **(Mesén, 1998)**.

B. Desventajas: Algunas personas consideran que la propagación vegetal resulta más costosa que cultivar una planta enraizada, en comparación con los gastos 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 **(Mesén, 1998)**.

#### **4.2.8.1. Propagación asexual**

La formación de nuevos individuos a partir de partes del cuerpo vegetal se conoce como reproducción asexual. Los esquejes de la parte media de las ramillas son el material más recomendado para esta propagación. Este proceso implica separar y enraizar una parte de la planta, permitiendo que las células, tejidos y órganos desprendidos se desarrollen en nuevos individuos. Así, se logra la creación de nuevas plantas a partir de fragmentos de otras, facilitando su multiplicación y cultivo.

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 **(Ordoñez et al., 2004)**.

#### **4.2.8.2. Reproducción sexual**

Para asegurar la calidad de las semillas y su adecuada germinación, es fundamental recolectar los conos cuando comienzan a cambiar de color, pasando del verde al marrón, siendo ideal hacerlo cuando el 50% de ellos es verde. Las aletas deben presentar un tono marrón y los embriones deben ser de color blanco. Es importante evitar la recolección de conos que estén completamente marrones o que hayan caído al suelo, ya que estos han perdido gran parte de su semilla fértil. Después de la recolección, se deben colocar los conos en un lugar a media sombra durante 3 a 5

días. Una vez que se hayan secado y caído las semillas, es recomendable usar una zaranda para separar las semillas de las impurezas, ya que estas pueden afectar su capacidad germinativa.

1. 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 **(Añazco, 1996)**.

#### **4.2.8.3. Producción de raíz desnuda**

La producción de plántulas a raíz desnuda es una opción distinta al empleo de fundas u otros tipos de embalajes. Este método implica repicar las plantitas generadas en los semilleros (también se pueden emplear plántulas de regeneración natural o estacas basales) en platabandas diseñadas para tal fin. En estas, se sitúan las plantitas a 15 cm. entre cada plántula y a 15 cm. entre cada fila. **(Añazco, 1996)**.

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. **(Añazco, 1996)**.

#### **4.2.8.4. 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 **(Añazco, 1996)**.

#### **4.2.8.5. Propagación vegetativa**

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 **(Chicaiza, 2004)**.

- 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 **(Añazco, 1996)**.

Propagación por estacas, esquejes, yemas, acodos. 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 **(Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal - CONIF, 2002)**.

#### **4.2.8.6. Reproducción por estacas**

Al recolectar y plantar estacas, es importante considerar lo siguiente: se prefieren las estacas basales en lugar de las apicales. El tamaño no es un factor crítico si tienen raíces preformadas; una longitud de 10 a 15 cm es suficiente. El diámetro debe estar entre 0,5 cm y 2 cm, asegurando que estén lignificadas y cuenten con raíces preformadas. Cada estaca debe tener al menos tres yemas. Al prepararlas, se deben hacer cortes diagonales en ambos extremos y seleccionar estacas de diferentes tamaños, generalmente cuatro. Al plantarlas en la platabanda, se colocarán primero las más grandes, seguidas de las de menor tamaño, en orden descendente. **(CONIF, 2002)**.

Al plantar las estacas, deben colocarse con la parte más gruesa hacia abajo, en contacto con el suelo y con una ligera inclinación, enterrando aproximadamente 4 cm. Aunque es posible propagar en funda, se aconseja hacerlo en platabanda. Con estas técnicas, se pueden obtener plántulas de entre 0.80 m y 1.20 m en un plazo de 6 a 10 meses, dependiendo principalmente de la altitud y el sustrato. Por ello, se recomienda recolectar estacas entre febrero y junio. **(Añazco, 1996)**.

La presencia de yemas en el desarrollo es esencial para el enraizamiento, ya que la producción de raíces está directamente relacionada con el desarrollo de estas. Las estacas que tienen yemas inactivas no logran enraizar, incluso en condiciones óptimas. Sin embargo, cuando las yemas reactivan su crecimiento, el enraizamiento se produce. Además, se ha observado que la extracción de un anillo en la corteza de una pequeña sección del tronco, justo debajo de las yemas, también puede favorecer la formación de raíces. (CONIF, 2002).

**Tabla 01: Variables a considerar para enraizamiento de estacas de aliso**

<b>Variable</b>	<b>Parámetros</b>
Edad de planta madre	Dos a tres años
Época de colecta de estacas	Inicio de primavera
Sustrato de enraizamiento	Mezcla de suelo orgánico con arena en una capa de 15 cm, instalada en platabanda elevada a un buen drenaje y elevada temperatura.

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.8.7. Reproducción por brotes**

Las plántulas se cultivan en platabandas y pueden originarse de semillas, estacas o brotes. En algunos casos, se utilizan plántulas criadas en fundas para su trasplante a platabandas, así como plántulas de regeneración natural.

El tallo se corta en un ángulo inclinado, aproximadamente a 1 cm por encima del sustrato, cuidando de no dañar la corteza. Dependiendo de las condiciones del suelo y el clima, los brotes pueden aparecer entre 30 y 60 días.

Tras un periodo de 30 a 45 días después del aporque y la poda, los brotes desarrollan raíces y están listos para ser trasplantados, ya sea en fundas o directamente en platabandas. Es crucial podar las raíces largas antes del trasplante y reducir la cantidad de hojas. Un día antes de extraer los brotes, se recomienda humedecer el sustrato.

Al extraer los brotes, se debe procurar que cada uno conserve la mayor cantidad posible de raíces. Si se planea trasladar la planta madre al campo definitivo, es aconsejable esperar entre 15 y 20 días para permitir su recuperación.

Durante todo el proceso es importante tener presente los riegos, protección y podas de raíces (**Añazco, 1996**).

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 (**CONIF, 2002**).

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 (**CONIF, 2002**).

#### **4.2.9. Biosólido**

Son productos obtenidos después de un proceso de estabilización de lodos orgánicos provenientes del tratamiento de las aguas residuales.

La estabilización se realiza para reducir su nivel de patogenicidad, su poder de fermentación y su capacidad de atracción de organismos vivos que pueden transmitir enfermedades. Gracias este proceso, el biosólido tiene aptitud para su utilización en actividades agrícolas, forestales y recuperación de suelos degradados (**ENTIDAD MUNICIPAL PRESTADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO DEL CUSCO - SEDACUSCO, s.f**).

El lodo residual se genera a partir del tratamiento de aguas servidas mediante diversos procesos físicos, químicos o biológicos. Este proceso se divide en varias etapas: tratamiento preliminar, primario, secundario y terciario. La elección del método de tratamiento depende de las características del agua, la ubicación y la normativa vigente.

Independientemente del tratamiento seleccionado, se produce un subproducto conocido como lodo. Este lodo residual municipal puede presentarse en forma sólida, semisólida o líquida y se origina durante el proceso de purificación de aguas

residuales. Su contenido de sólidos varía entre el 0,25% y el 12% en peso, y alberga una amplia gama de microorganismos patógenos, lo que lo clasifica como un residuo peligroso. El lodo está compuesto principalmente por las sustancias que generan el olor desagradable de las aguas residuales no tratadas.

El manejo y la disposición del lodo son los desafíos más significativos que enfrentan las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Una de las aplicaciones más destacadas del lodo residual es su incorporación en terrenos agrícolas para mejorar la fertilidad del suelo. Las características que determinan su idoneidad para esta aplicación incluyen el contenido de materia orgánica, nutrientes, patógenos, metales y compuestos orgánicos tóxicos.

El valor del lodo como fertilizante radica en su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, elementos que deben ser evaluados si se planea utilizar el lodo como acondicionador del suelo. Generalmente, estos lodos aportan suficientes nutrientes para favorecer el crecimiento saludable de las plantas. Además, los elementos traza presentes en el lodo son compuestos químicos inorgánicos que pueden ser esenciales o perjudiciales en pequeñas cantidades para la flora y fauna. Entre estos elementos traza se encuentran los metales pesados, cuyas concentraciones en los lodos son muy variables, lo cual limita su aplicación al terreno (**Cardoso et al., 2001**).

#### **4.2.10. Producción de biosólidos**

Las aguas residuales se tratan mediante un sistema unitario que elimina diversos contaminantes hasta alcanzar la calidad deseada en el efluente. Durante este proceso, se generan desechos orgánicos ricos en sólidos suspendidos, conocidos como lodos. El tratamiento de estos lodos se realiza en un digestor, donde microorganismos se multiplican y degradan la materia orgánica a temperaturas entre 30 y 40 °C, produciendo gas y biosólidos estabilizados. Este procedimiento dura aproximadamente de 20 a 25 días y es crucial, ya que es en esta etapa donde los lodos se estabilizan y se convierten en biosólidos.



La última etapa es la deshidratación la cual es realizada en forma mecánica con centrifugas tipo decánter, deshidratándolo hasta un 70% de humedad promedio y rico NPK (**SEDACUSCO, s.f**).

#### **4.2.11. Contaminantes de los biosólidos**

La calidad de los biosólidos se basa esencialmente en cuatro grupos principales de contaminantes:

Los metales. De manera principal, zinc (Zn), cobre (Cu), níquel (Ni), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y cromo (Cr). Su capacidad para acumularse en tejidos humanos y su biomagnificación generan inquietudes. Las aguas residuales domésticas siempre contienen metales, aunque en niveles bajos, pero las concentraciones alarmantes son principalmente las presentes en las aguas residuales industriales.

En cambio, los metales pesados se ubican naturalmente en la litósfera, hidrósfera y atmósfera en niveles que usualmente no afectan las distintas formas de vida. No obstante, los procesos humanos han provocado un incremento gradual de estas concentraciones en los distintos elementos del edafón.

Elementos nutritivos y materia orgánica. Su riesgo reside en su capacidad para provocar eutrofización en las aguas tanto subterráneas como superficiales. No obstante, también pueden ser vistos como valiosos fertilizantes, al igual que la materia orgánica.

Residuos orgánicos. Los pesticidas, disolventes industriales, tintes, plastificantes, compuestos de tensión activos y numerosas otras moléculas orgánicas complejas, usualmente con baja solubilidad en agua y alta capacidad de adsorción, suelen acumularse en los lodos.

Todos estos contaminantes generan inquietud por sus posibles impactos en el medio ambiente y en la salud de las personas. Uno de los aspectos más relevantes es su diverso potencial de biodegradación.

Numerosos se biodegradan de manera gradual, por lo que los sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales con periodos de almacenamiento más extensos, poseerán una mayor habilidad para biodegradar estos compuestos no deseados.

También puede suceder la biodegradación tras la dispersión de los lodos en la tierra o durante el proceso de compostaje.

El equipo de trabajo de la OMS acerca de los peligros sanitarios de los compuestos químicos presentes en los lodos residuales utilizados en las tierras, determinó que la absorción total por el ser humano de contaminantes orgánicos provenientes de Producción + Limpia - Julio - de la aplicación de lodos en las tierras de cultivo, es escasamente significativa y probablemente no provocará efectos perjudiciales para la salud. No obstante, a pesar de la creciente investigación sobre el rol ecotoxicológico de los contaminantes orgánicos en el sistema de suelo-planta-agua y en la cadena de alimentación, todavía hay poco claro.

Propagadores patógenos. Las principales agentes patógenos identificados en los lodos incluyen bacterias, virus (principalmente enterovirus), protozoos, tremátodos, céstodos y nemátodos. Los residuos de animales sacrificados o fallecidos de manera accidental, los residuos hospitalarios y funerarios, entre otros, pueden incrementar la carga y la variedad de patógenos en el organismo afectado.

Para garantizar un vertido seguro de lodos, es necesario eliminar o inactivar de manera efectiva estos patógenos. Para conseguir este objetivo, se pueden implementar diversos tratamientos a los lodos, tales como la pasteurización, la digestión aerobia o anaerobia, el compostaje, la estabilización con cal, el almacenamiento en estado líquido, la deshidratación y el almacenamiento en estado seco.(Zuluaga, 2007).

#### **4.2.12. Clasificación de los biosólidos**

Por otro lado, la norma de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos categoriza los biosólidos. Los biosólidos son categorizados por EPA en:

**Biosólidos Clase A.** Generalmente se les denomina de calidad extraordinaria. Se muestra una densidad de coliformes fecales que no supera los 1000 NMP por gramo de sólidos totales, o la densidad de Salmonella sp.. se reduce a 3 NMP por cada 4 gramos de sólidos totales.

La densidad de virus entéricos debe ser inferior o equivalente a 1 UFC por 4 gramos de sólidos totales, mientras que los huevos viables de helmintos deben ser inferiores a 1 por 4 gramos totales de sólidos.

**Biosólidos Clase B.** Una densidad de coliformes fecales que no supere los  $2 \times 10^6$  NMP por gramo de sólidos totales o los  $2 \times 10^6$  UFC por gramo de sólidos totales. Este tipo de biosólidos necesitará ser tratado y será el que tenga las mayores limitaciones para su uso en la agricultura.

Además, la regla mencionada que regula la utilización y eliminación de biosólidos establece restricciones numéricas en relación al contenido de metales en estos, regulaciones para disminuir agentes patógenos, limitaciones a los lugares de aplicación, condiciones y control para la recolección de cultivos tratados, conservación de registros y requisitos para presentar informes sobre biosólidos aplicados a la tierra, así como regulaciones parecidas para aquellos que se desechan en el suelo,

Los biosólidos que se incineran deben cumplir con las regulaciones respecto al contenido de metales y las normativas sobre las emisiones que se emiten al entorno, incluyendo las estipulaciones de las Leyes de Aire Limpio. (Zuluaga, 2007).

#### **4.2.13. Aplicación de biosólidos al suelo**

El uso de biosólidos aumentó la cantidad de materia orgánica en la capa superficial del terreno. No se detectaron patrones relevantes en el reparto de la materia orgánica en el perfil del terreno. Los biosólidos aumentaron la cantidad de nitratos y fósforo útil en el terreno hasta alcanzar una profundidad de 35 cm, en cambio, el nivel de potasio no se incrementó de manera significativa con la implementación de biosólidos. La aplicación de biosólidos aumentó la concentración de micronutrientes en todo el perfil del suelo; la secuencia de micronutrientes en el suelo con biosólidos fue  $Zn > Fe > Mn > Cu$ . El empleo de biosólidos en terrenos agrícolas, forestales y pastizales puede representar una alternativa de disposición final y una alternativa para proporcionar nutrimentos a las cosechas, respetando siempre la legislación actual (NOM-004-SEMARNAT-2002) para reducir los riesgos de contaminación, lo que permitiría disminuir los gastos de producción. (Potisek et al., 2010).

Las políticas ambientales internacionales que los países han incorporado en sus legislaciones buscan mitigar el calentamiento global, con el objetivo de evitar un aumento de la temperatura global superior a  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  para el año 2050. Tanto Colombia como Uruguay han adoptado estas políticas, destacándose Colombia por su extensa investigación en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y en el manejo

de lodos. Este país realiza estudios que abordan el saneamiento integral, es decir, tanto del agua como de los lodos generados, los cuales son sometidos a procesos adicionales para cumplir con las normativas y ser utilizados en suelos sin causar daños a los ecosistemas ni a la salud humana. **(Cerón et al., 2016)**.

Los biosólidos generados por las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) en Colombia han facilitado la reducción de la necesidad de suelo orgánico para cubrir los sitios de disposición final de residuos sólidos en las principales ciudades. Además, han contribuido a la recuperación de suelos degradados por actividades humanas. Hasta el primer semestre de 2003, se habían utilizado mezclas de biosólidos y suelo para cubrir más de 20 hectáreas y se habían rehabilitado más de 22 hectáreas de suelos deteriorados, demostrando su efectividad en la mejora ambiental y en la restauración de áreas afectadas. **(Cerón et al., 2016)**.

Uruguay, aunque ha adoptado políticas ambientales globales y ha incorporado regulaciones internas, carece de normas específicas para caracterizar los biosólidos. El país ha estado implementando sus Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias (PTARD), pero no se han realizado estudios adecuados para el saneamiento de los lodos residuales. Esto impide la conversión de estos lodos en biosólidos estabilizados, lo que limitaría su disposición final y beneficiaría los suelos sin poner en riesgo los ecosistemas ni la salud humana. **(Cerón et al., 2016)**..

En respuesta a la problemática de los lodos residuales producidos por el saneamiento de aguas residuales domésticas e industriales, resulta relevante acelerar los estudios que promuevan la creación de alternativas que posibiliten el uso total de estos desechos. Esto se debe a que el saneamiento sea integral, es decir, no es adecuado limpiar el agua y contaminar la tierra con los residuos, por lo que esto no tendría sentido. **(Cerón et al., 2016)**.

Para alcanzar resultados óptimos y mejorar la eficiencia en el uso de biosólidos, es fundamental integrar todas las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del país. Esto debería incluir tanto las grandes ciudades con instalaciones avanzadas como los pequeños municipios que carecen de sistemas de saneamiento. La colaboración permitirá unir esfuerzos y replicar las mejores prácticas en los procesos de estabilización, estableciendo centros especializados que beneficien a todas las localidades. Así, se fortalecerá el enfoque del saneamiento de aguas y el tratamiento

de lodos como una política pública integral y efectiva. En este mismo sentido, replicar el modelo de unión local a nivel internacional con los países vecinos y establecer modelos de cooperación, lo que permitirá que nuestro país exporte conocimiento, se brinde apoyo técnico a otros países que se encuentran atrasados en los procesos de saneamiento integral de las aguas y sus lodos, lo anterior agilizaría los procesos en todos los países y el gran beneficiado sería el medio ambiente para el cual, ya afirmamos que no tiene fronteras y el beneficio que se logre será para toda la humanidad (**Cerón et al., 2016**).

#### **4.2.14. Uso de biosólidos en el sector forestal**

Una sencilla estimación de las demandas potenciales de enmiendas orgánicas en el sector forestal de la Comunidad Valenciana, basada en la superficie afectada por diversas actividades relacionadas con la gestión forestal, y en dosis comunes en este tipo de aplicaciones. Es obvio que la estimación no deja de ser una aproximación grosera. Sin embargo, sirve para ilustrar el papel alternativo que puede representar el sector forestal en la reutilización de biosólidos.

A estas aplicaciones cabría añadir otras, como la incorporación en sustratos de cultivo de planta forestal, producción de “mulch”, etc., que pese a representar una menor demanda potencial, también podrían contribuir a la reutilización de estos subproductos de la maquinaria humana (**Cortina et al., 2001**).

Las políticas vigentes no son suficientes para estabilizar la producción de residuos, cumplir con los objetivos comunitarios y avanzar hacia la sostenibilidad. En este contexto, es claro que una gestión adecuada de los biosólidos en el sector forestal podría abordar un problema ambiental urgente y, al mismo tiempo, mejorar los resultados de las repoblaciones. Esto requiere la participación activa y responsable de todos los actores involucrados, desde los investigadores, quienes deben establecer directrices para el uso seguro y eficiente de los biosólidos, hasta los usuarios finales del monte. Coordinar estos diversos intereses representa uno de los principales retos en la implementación de biosólidos en el ámbito forestal en la actualidad.

Ventajas:

- Los plantones son más tolerantes que en fases anteriores a la aplicación de lodos brutos (**Cortina et al., 2001**).
- El control de la competencia representa un menor problema que cuando la aplicación se hace después de la tala o roza ya que los plantones están establecidos (**Cortina et al., 2001**).
- La asimilación de N está incrementando rápidamente, y por ello las dosis de aplicación pueden ser mayores que anteriormente.
- El acceso de la maquinaria para la aplicación del lodo suele ser aún aceptable.
- Es de esperar una respuesta sustancial de los plantones de la mayoría de especies de coníferas y planifolios en términos de crecimiento (**Cortina et al., 2001**).

Inconvenientes:

- La aspersión de lodo sobre las plantas debe restringirse al período de dormancia, para evitar daños sobre el follaje. La aplicación en períodos de lluvias aliviaría este problema.
- No se puede excluir el control de malas hierbas (**Cortina et al., 2001**).

#### **4.2.15. Fitohormonas**

“Sustancias reguladoras de crecimiento” es más general y abarca a sustancias tanto de origen natural como sintetizada en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo o desarrollo en la planta (**Bosque, 2010**).

Cuando se utilizan productos hormonales, hay que tener presente que existe una dosis mínima por debajo de la cual no se consigue una inducción exógena de la rizogénesis, una dosis óptima que da lugar a la máxima respuesta de brotación radical y una dosis tóxica por encima de la cual el efecto es indeseable. Las hormonas son sustancias que intervienen en el crecimiento y desarrollo de una planta, interviniendo en la formación de raíces (**Cabot y Perarnau, 2004**).

##### **4.2.15.1. Fitohormonas y/o enraizadores sintéticos**

Son productos que estimula el crecimiento de raíces en estacas, esquejes, brotes, Es un importante complemento que asegura el crecimiento radicular en todo tipo de vegetales (**Azcón y Talón, 2000**).

Pueden tener una presentación en polvo o en líquido, utilizando hormonas del grupo auxinas: Ácido indol acético (AIA) y Ácido indol 3 butírico (AIB), la recomendación del uso de estas hormonas indica que ayuda al enraizamiento, de especies herbáceas y leñosas (**Porco y Terrazas, 2009**).

#### **4.2.15.2. Auxinas**

Las auxinas son hormonas que juegan un papel crucial en la multiplicación y elongación celular en el cambium, así como en la diferenciación del xilema y floema, y en el crecimiento de las partes florales. Estas hormonas también son responsables de mantener la dominancia apical, retrasar la senescencia de las hojas y la maduración de los frutos, además de estimular la producción de etileno y favorecer el enraizamiento.

Asimismo, las auxinas fomentan el desarrollo de raíces adventicias en los tallos. Muchas especies leñosas contienen primordios de raíces adventicias preformados en sus tallos, los cuales permanecen inactivos hasta que son activados por auxinas. Estos primordios suelen localizarse en los nudos o en la parte inferior de las ramas entre nudos. Cuando se encuentran conjugadas, las auxinas están metabólicamente unidas a compuestos de bajo peso molecular. La concentración de auxina libre varía entre 1 y 100 mg/kg de peso fresco.

#### Síntesis y Degradación

Pese a que las auxinas se hallan en todos los tejidos de las plantas, su concentración más alta se halla en las zonas de crecimiento activo. La producción de ácido indolacético (AIA) ocurre mayormente en los meristemas apicales, hojas en desarrollo y frutas en fase de crecimiento. (**Lugo, 2007**).

#### Transporte de auxinas:

El AIA ha sido detectado en el cambium, xilema y floema. AIA puede ser sintetizado en el cambium a partir de la xilema que entran en fase de diferenciación. Probablemente esta capacidad será mayor en tallos jóvenes. La cantidad de auxina presente en hojas dependerá de la edad de estos tejidos.

#### Efectos fisiológicos de las auxinas:

Crecimiento y formación de raíces. Debido a que las auxinas influyen tanto la división, como el crecimiento y diferenciación celular, están involucradas en muchos procesos del desarrollo, en algunos de ellos interactuando con otras fitohormonas.

El proceso de rizogénesis, está íntimamente asociado a la división celular. Las auxinas estimulan a la división de células localizadas en el periciclo en la zona justo arriba de la zona de elongación para provocar la formación de raíces laterales.

Regulación de tropismos. Mientras el crecimiento puede ser definido como un proceso irreversible derivado de la elongación celular, los tropismos son movimientos de crecimiento direccionales en respuesta a un estímulo también direccional (**Thimann, 1977**).

Dominancia apical. La distribución en gradiente de auxina desde el ápice primario hacia la base de la planta reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, manteniendo así lo que se denomina como dominancia apical (**Thimann, 1977**).

Abscisión de órganos. Las auxinas tienen un efecto general negativo sobre la abscisión de los órganos, retardando especialmente la caída de hojas, flores y frutos jóvenes (**Thimann, 1977**).

Diferenciación vascular. Las auxinas controlan la división celular en el cambium donde ocurre la diferenciación de las células que darán origen a los elementos de floema y xilema. (**Thimann, 1977**).

Mecanismos de acción:

Crecimiento y elongación celular. Las auxinas promueven el crecimiento de las plantas principalmente por un aumento de la expansión celular

Auxinas sintéticas y sus usos comerciales:

Tras el descubrimiento de la estructura del AIA, se han obtenido compuestos químicos estimulantes del crecimiento basados en auxinas naturales. En un principio se analizaron otros compuestos con anillo indólico, como el ácido indol butírico (AIB) y derivados del naftaleno como el ácido naftalenacético (ANA) que igualmente se mostraron activos. Inicialmente, AIB fue categorizado como una auxina artificial, sin



embargo, es un compuesto endógeno de la planta, más eficaz que AIA en fomentar la formación de raíces laterales y se utiliza comercialmente con este fin.

Ácido indol acético (AIA): Hormonas que tengan como ingrediente activo nos ayudan a enraizar plantas herbáceas como crisantemos, begonias, claveles, geranios y otros, Podemos tener hormonas para la misma función con ingredientes activos similares (Ácido alfa Naftalen acético, acidonaftilacético, Ácido naftalenacetamida) cambiando solo el nombre del producto (**Porco y Terrazas, 2009**).

Ácido indol butírico (AIB): Utilizamos esta hormona, para enraizar plantas semileñosas a leñosas, como rosa, álamo, sauce y otros (**Porco y Terrazas, 2009**).

Es probable que sea el material más adecuado para uso general, dado que no es tóxico en un extenso espectro de concentraciones y resulta efectivo para fomentar el enraizamiento de numerosas plantas.

Naftalenacético ácido (ANA): Se obtiene mediante síntesis, posee una elevada actividad en la audición general y rizómica. Es bastante estable y tiene un ligero efecto toxico para la planta en comparación con el AIB. Su empleo es más delicado, porque el margen entre el umbral de su actividad y el umbral de su toxicidad es más pequeño (**Soudre et al., 2008**).

Bases hormonales para el enraizamiento:

La propagación vegetativa de la especie a propagarse, dependerá del estado de diferenciación de los tejidos, es decir del estado nutricional y estado fisiológico de la planta madre (**Porco y Terrazas, 2009**).

#### **4.2.15.3. Giberelinas**

Provocan división celular al acortar a la interface del ciclo celular, también promueven elongación celular, siendo la primera y la más activa el AG3 o ácido giberélico (**Bosque, 2010**).

Los efectos fisiológicos más destacados de las giberelinas son: control del crecimiento y elongación de los tallos, elongación del escapo floral, inducción de floración en plantas de día largo, crecimiento y desarrollo de frutos, estimulación de la germinación de muchas especies (**Bosque, 2010**).

#### **4.2.15.4. Citocininas o Citoquininas**

Son hormonas vegetales que provienen de adeninas reemplazadas y fomentan la formación de tejidos no meristemáticos en las células.

Son generadas en los órganos de desarrollo y en el meristemo de la raíz.. Se sintetizan a partir del isopentil adenosina fosfato, que, por pérdida de un fosfato, eliminación hidrolítica de la ribosa y oxidación de un protón origina la zeatina, que es una citocina natural que se encuentra en el maíz (**Bosque, 2010**).

Las citocinas generan varios efectos fisiológicos:

- La división celular y la formación de órganos.
- También retrasan la senescencia al fomentar la alta división celular, lo que proporciona nutrientes.
- Además, promueven el desarrollo de yemas laterales, inducen la partenocarpia, facilitan la floración en plantas de día corto.
- Pueden sustituir la luz roja durante la germinación de semillas fotoblásticas. (**Bosque, 2010**).

Son hormonas vegetales de crecimiento que intervienen en el crecimiento y diferenciación de las células. Diversos materiales naturales y sintéticos como zeatina, kinetina,

benciladenina; tienen actividad de citoquinina. Se producen en las zonas de crecimiento, como los meristemas en la punta de las raíces y son transportadas vía acropetala (de abajo hacia arriba) (**Hartmann y Kester, 1995**).

#### **4.2.15.6. Ácido abscísico**

Es un inhibidor de ocurrencia natural en las plantas; sobre el efecto en la formación de raíces adventicias son contradictorios, aparentemente dependiendo de la concentración y estado nutricional de las plantas maternas puede estimular o inhibir la formación de raíces adventicias. Inhibe el crecimiento; cierra las estomas durante el estrés hídrico; contrarresta la dormancia de semillas (**Hernández, 2006**).

#### **4.2.15.7. Efectos fisiológicos**

Generalmente las fitohormonas ejercen efectos en función de su concentración sobre un nivel umbral hasta un máximo de respuesta (**Retamales, 2007**).

La acción de las fitohormonas no se limita a un efecto sobre el crecimiento sino también sobre la diferenciación, consiguiendo a veces estimular la formación de tejidos y órganos (**Alpi yTognoni, 1991**).

Las respuestas de la planta a la acción hormonal son:

- Cambios en la concentración de la hormona.
- Percepción de la señal por el receptor
- Amplificación de la señal (transducción).
- Activación de un cambio bioquímico y respuesta fisiológica (**Blanco, 2011**).

#### **4.2.15.8. Dosis recomendadas**

En cuanto a la dosis o concentración debe saberse que existe un nivel mínimo, por debajo del cual no se produce enraizamiento; un óptimo que provoca la máxima respuesta rizo génica; y un valor toxico por encima del cual la respuesta es indeseable (**Badilla y Murillo, 2005**).

#### **4.2.16. Sustrato**

Un suelo de buena calidad debe contener todos los elementos nutrientes necesarios para producir el mayor beneficio sobre las plantas. Entre los principales nutrientes se encuentran: el potasio, el nitrógeno, el fósforo, el magnesio, el calcio, el azufre, el carbono, el oxígeno y el hidrógeno. Si las plantas carecen de alguno de ellos pueden decaer o morir (**Reyes, 2005**)

Entre los sustratos que podemos utilizar son: Tierra negra, tierra común, turba, estiércol de oveja, cascarilla de arroz, aserrín o algún otro. Distintos autores recomiendan una diversidad de sustratos, en nuestro medio podemos utilizar el que sea más fácil de disponer (**Porco y Terrazas, 2009**).

Los sustratos se pueden utilizar solos o mezclados, para el cultivo, para semilleros y enraizamiento de esquejes (Martinez, 1995). Por ejemplo, los sustratos para enraizamiento de plantas deben tener buena aireación y retención de agua (**Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA, 2013**).

El sustrato empleado para el enraizamiento puede ser de muchos tipos, pero este debe cumplir tres funciones: mantener a la estaca en su lugar durante el periodo de enraizamiento, proporcionar la humedad necesaria y permitir la penetración de aire,

además debe estar libre de patógenos que puedan afectar el éxito en la formación de raíces (**Hartmann y Kester, 1995**).

Arena: Una de las ventajas que puede destacarse es su poder amortiguador, tanto en el riego como en la nutrición (**Martínez, 1995**).

Puede adquirirse en comercios o colectarse. Es preferible usar arenas de ríos para evitarla salinidad de las arenas de mar. Solo aporta aireación. Tiene buena durabilidad (**INTA, 2013**).

La mayoría de granos de arena son inertes; ni liberan ni retienen nutrientes y están faltos de cohesión entre sí (**VIFINEX, 2002**) además el agua retenida por cualquier partícula de arena es fácilmente por las raíces.

Limo: Mayor permeabilidad, se secan lentamente y no es pegajoso (**Martínez, 1995**).

En algunas zonas fácil de recolectar de origen vegetal (**INTA, 2013**).

Suele contener altos niveles de carbono, por lo que aporta propiedades físicas al sustrato (**Hartmann y Kester, 1995**).

La mayor parte son inertes como las arenas, pero algunas, al incluir feldespatos<sup>18</sup> presentan propiedades de las arcillas (capacidad de amortiguación, porcentaje de saturación de bases) (**PROYECTO REGIONAL DE FORTALECIMIENTO DE LA VIGILANCIA FITOSANITARIA EN CULTIVOS DE EXPORTACIÓN NO TRADICIONA - VIFINEX, 2002**)

Corresponde a minerales duros como Al, Na, K y Ca; son los que más abundan.

Turba: Se considera la buena capacidad de retención de agua y buena inercia térmica. Es un producto comercial, de origen vegetal. Es pobre en nutrientes. Es ácida. Los tipos más comunes son: rubia y negra. Le aporta al sustrato una gran capacidad de retención de agua. Si se reseca demasiado es difícil volver a hidratarla (**INTA, 2013**).

Tiene mayor capacidad de retención para el agua que el mismo volumen de suelo y; sin embargo; posibilita un intercambio gaseoso adecuado. No existe problema para el desarrollo radicular, apenas ofrece resistencia a la penetración de raíces (**VIFINEX, 2002**).

#### **4.2.16.1. Formulación de sustrato**

La selección de componentes y sus proporciones, para la formulación de sustratos, se debe tomar en cuenta las características que definen las cuatro funciones básicas de un medio para cultivo: anclaje, porosidad, retención de humedad e intercambio de nutrientes (**Martínez, 1995**).

Las relaciones de agua, luz y medio de enraizamiento constituyen factores importantes, siendo imprescindible un medio de enraizamiento que proporcione porosidad (**Hartmann y Kester, 1995**)

#### **4.3 Generalidades sobre costos**

El Costo o Coste se define como “valor” sacrificado para adquirir bienes o servicios, que se mide en términos monetarios mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos en el momento en el que se obtiene los beneficios. El Costo constituye el principal fundamento para el costo del producto, la evaluación del desempeño y la toma de decisiones gerenciales (**Polimeni, 1994**).

#### **Clasificación de costos**

Lo clasificación de costos principalmente usada en la contabilidad de costos es: 1) elementos de costos, 2) costos directos e indirectos, 3) costos por departamento, 4) costos unitarios y 5) costos por divisionales. (**Lawrance, 1999**).

##### **4.3.1. Clasificación de costos por divisionales**

Costos de producción: es el coste de producir un bien, que se suele calcular sumando materias primas y materiales consumidos, trabajo directo y parte correspondiente de los gastos de estructura de la fábrica (**Elosua, 2007**).

Costos de Comercialización: costo que se incurre en la promoción y venta de un producto o servicio (**Polimeni, 1994**).

Costos de administración: Se incurren en la dirección, control y operación de una compañía e incluye el pago de salarios la gerencia y al staff. (**Polimeni, 1994**).

Costos financieros: coste derivado de la financiación con recursos ajenos, y cuya cuantía está formada por el interés y otro tipo de remuneraciones que deben pagarse a quien presta los fondos (**Anderson, 1993**).

#### **4.3.2. Clasificación según su grado de variabilidad**

Costo fijo: Coste que, dentro de amplios márgenes, no varía con el nivel de producción o de ventas. Es fijo en su total, y variable, en su repercusión unitaria **(Elosua, 2007)**.

Costo variable: aquel que varía en relación directa con el volumen de producción o ventas. Su magnitud cambia en relación directa con los grados de actividad de la empresa **(Greco, 2010)**.

#### **4.3.3. Clasificación costos directos e indirectos**

Costo directo: es el coste para los que existen evidencia de que corresponde específicamente a un producto, grupo de productos, una sección, etc., y que son, por tanto, proporcionales al número de unidades producidas. Incluyendo el costo de materiales, ajustados por la variación de existencias de materias primas, y coste de la mano de obra directa **(Andersen, 1997)**.

Costo indirecto: Son aquellos que no pueden ser asignados de forma directa a un centro a un producto por ser compartidos entre las unidades de referencia. Estos son repartidos entre las unidades que los comparten en función de su porcentaje de participación **(Andersen, 1997)**.

#### **4.3.4. Partida**

Consideramos una partida a cada una de las partes o actividades que se requieren ejecutar para llegar al todo que viene a ser la realización de la obra total. **(Pantigoso, 2007)**.

Se denomina así a cada uno de los rubros o partes en que se divide convencionalmente una obra para fines de medición, evaluación y pago.

De acuerdo a las tareas dentro del proceso productivo de la obra las partidas se dividen en partidas de primer, segundo, tercer y cuarto orden respectivamente **(Ramos,2007)**.

#### **4.3.5. Análisis de costos unitarios**

Podemos definir un análisis de costos, como la sumatoria de los recursos o aportes de mano de obra y/o de materiales y/o equipos (herramienta), afectados por su precio

unitario correspondiente, lo cual determina obtener un costo total por unidad de medida de dicha partida (m3, m2, kg, p2, etc.) **(Ramos,2007)**.

Son documentos en los que se desarrollan el precio o costo de las partes o partidas que intervienen en la ejecución del proyecto, pero teniendo en cuenta la unidad de medidas que establece o dispone los reglamentos de metrados **(Pantigoso, 2007)**.

De acuerdo a la magnitud del proyecto, los metrados variarán y los costos unitarios se calcularán mediante un análisis bien detallado el cual se mostrará con la aplicación de un programa de costos en el que se considerará las características del proyecto específicamente el lugar o zona a desarrollarse la ejecución del proyecto. **(Pantigoso, 2007)**.

#### **4.3.6. Nombre de la actividad**

Es la asignación o denominación que se da a la actividad o partida desarrollada, por lo que generalmente tiene que estar redactada lo más detallado posible.

#### **Recursos**

##### **a. Mano de obra**

Se refiere al personal que participa directamente en la realización de la obra para cada uno de los componentes.

Definiendo hasta cuatro categorías para esta mano de obra siendo estas las siguientes: Capataz, operario, oficial y peón **(Pantigoso, 2007)**.

##### **b. Materiales**

Se refiere a los insumos que intervienen directamente en la ejecución de la obra y que está referido a los bienes o productos manufacturados o comerciales que se requiere para las ejecuciones de las obras **(Pantigoso, 2007)**.

Los materiales, también conocidos como materia prima, son los recursos tangibles empleados en el proceso de producción de productos y que se convierten en productos finales añadiendo la mano de obra directa y los gastos indirectos de producción. El costo de los materiales puede dividirse en: a) materiales directos y b) materiales indirectos **(Andrade, 1998)**.

- **Materiales directos**

Se identifican con el volumen de fabricación principal, asociándose fácilmente con el proceso de producción del mismo, por lo que representa el principal costo de materia en su fabricación. Por ejemplo, en un departamento de fabricación de muebles de madera el material directo a emplearse es la madera aserrada de cedro **(Andrade, 1998)**.

- **Materiales indirectos.**

Los materiales, también denominados materia prima, representan los recursos palpables utilizados en el proceso de fabricación de productos, transformándose en productos finales añadiendo la mano de obra directa y los costos indirectos de producción. Un ejemplo es el pegamento usado para fabricar muebles **(Andrade, 1998)**.

### **c. Maquinaria o equipos**

Aparatos que requieren algún tipo de energía para su funcionamiento y se les establece un precio de renta. Así, por ejemplo: Motosierras, taladros, pulidoras, etc. **(Ramos, 2007)**.

La maquinaria para la actividad es uno de los activos de capital más costosos; por lo tanto, quien la posee debe considerar el capital que ha invertido en su compra como una inversión que puede ser recuperada en forma de un beneficio aceptable.

Conviene resaltar que la recuperación del capital invertido con esa utilidad razonable, conlleva a que el valor de reposición de la maquinaria sea permanentemente actualizado a fin de evitar que factores tales como la devaluación del signo monetario, no impide restituir la maquinaria usada una vez concluida su vida útil. **(Pantigoso, 2007)**.

### **d. Herramientas**

Objetos usualmente de naturaleza artificial, utilizados para simplificar o permitir un trabajo, potenciando las habilidades naturales del cuerpo humano.

Se trata de un gasto directo que participa en la realización de la obra y que se determina proporcionalmente a la mano de obra, calculándose como costo de herramientas en un porcentaje que oscilaría entre el 1% y el 5% del costo de la mano de obra.



En este elemento de herramientas se considera aquellos insumos que son operados manualmente sin dispositivos eléctricos o mecánicos y que van a ser suministrados por el propietario de la obra, dejando de lado aquellas herramientas que deben ser suministrados por el trabajador de la obra. **(Pantigoso, 2007)**.

- Clases de herramientas.

Se clasifican en:

Manuales: las cuales a su vez pueden ser:

De uso personal o de propiedad del obrero generalmente el operario, el cual lleva y emplea a su trabajo, como: martillos, frotacho, serrucho, etc. De uso colectivo o de propiedad de la empresa, la cual las proporciona a su personal como: carretilla, pico, lampas, barretas, etc. **(Ramos,2007)**.

#### **4.3.7. Unidad de medida**

Una unidad de medida representa una cantidad normalizada de una magnitud física específica. Por lo general, un valor de una unidad de medida se deriva de un patrón o de una combinación de otras unidades establecidas anteriormente. El Sistema Internacional de Unidades representa el sistema métrico decimal en su versión actual y define las unidades que se deben emplear a nivel internacional.

Se fundó en Francia por el Comité Internacional de Pesos y Medidas. En él se establecen 7 magnitudes fundamentales, con los patrones para medirlas y estas son: Longitud, masa, tiempo, Intensidad eléctrica, temperatura, intensidad luminosa y cantidad de sustancia. **(Wikipedia, 2010)**.

#### **4.3.8. Rendimiento**

Es la cantidad o magnitud del metraje o metrado que desarrolla la cuadrilla en un determinado tiempo. **(Pantigoso, 2007)**.

Cantidad de producto que se obtiene en un determinado tiempo de transformación. La comparación de la capacidad potencial de rendimiento con lo realmente producido servirá para definir el grado de eficacia técnica del proceso **(Andrade, 1998)**.

- Rendimientos de mano de obra.

Los rendimientos de mano de obra se establecerán para una jornada de 8 horas. Midiéndose en principios las unidades acostumbradas para el trabajo, pero expresándose finalmente en la unidad correspondiente a la partida. **(Ramos,2007)**.

### **Cuadrilla**

El número de personas (sea sola o en grupo) necesarias según el procedimiento de construcción adoptado, para alcanzar el rendimiento establecido. **(Ramos,2007)**.

### **Cantidad**

Es el valor numérico de los recursos (mano de obra, materiales y equipos) en función a la unidad **(Ramos,2007)**.

### **Precio de recursos**

Es el valor del material, mano de obra y equipos por unidad en la fecha actual **(Ramos,2007)**.

#### **a. Costos de mano obra**

Los costos de mano de obra son aquellos gastos asociados al esfuerzo físico o mental de los trabajadores para producir una unidad de producto. En Perú, estos costos están regulados por el acta final de la negociación colectiva en construcción civil correspondiente al periodo 2008-2009, registrada en el expediente N° 458-2008-MTPE/2/12.1. Este acuerdo fue firmado entre la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) y la Federación de Trabajadores en Construcción Civil (FTCCP), y es aplicable desde el 1 de junio de 2008 para todos los obreros en proyectos públicos y privados. Los jornales básicos establecidos son: operario S/. 38.79, oficial S/. 34.56 y peón S/. 30.93, asegurando así una remuneración justa para los trabajadores del sector.

Los beneficios sociales es el monto que perciben los trabajadores adicionales a su jornal básico; como son: las gratificaciones, asignación escolar y liquidaciones etc, este monto ha sido calculado sumándole al jornal básico el 32% del mismo para el operario, 30% para el oficial y peón; siendo el jornal total día de 51.20, 44.93 y 40.21 nuevos soles para el operario, oficial y peón respectivamente **(Ramos,2007)**.

- **Costo hora hombre**

Que simboliza el costo o valor del trabajo realizado durante una hora por el personal que pertenece a algunas de las categorías. En estos costos hora hombre debe estar incluidos salarios, beneficios sociales, tributos, jubilación, escolaridad y otros desembolsos económicos que demanda el trabajo que desarrolla este personal durante una hora (**Andersen, 1997**).

#### **b. Precios de materiales**

El método más habitual para determinar los costos de los materiales, insumos y equipos es mediante una cotización al proveedor, a la que normalmente se le añade su transporte hasta la obra, siempre que no esté contemplado en el precio que se propone. El costo de los distintos materiales, materiales y equipos debe ser actual y/o actualizado.

#### **c. Costos de máquinas o equipos.**

Costo del equipo o precio por el arriendo de este

#### **d. Costo directo de herramientas**

El costo directo de las herramientas se relaciona con el uso o deterioro que estas experimentan durante la realización de las distintas partes de una obra, y se puede determinar de la siguiente forma:

$$H_m = h.M.$$

**Donde:**

**HM:** es el costo directo de herramientas en la partida

**M:** es el costo directo de mano de obra de dicha partida, considerando el jornal básico y porcentajes sobre el mismo (incremento adicional de remuneraciones, bonificaciones, etc.)

**H:** representa un coeficiente (porcentaje expresado en forma decimal) estimado en función a la incidencia de utilización de las herramientas en la partida en estudio según la experiencia en obras similares. Este coeficiente o porcentaje, generalmente varía de 1% a 5% (0.01 a 0.05).

#### **Costo parcial**

El costo parcial es el producto de la cantidad de insumos o materiales por el precio.

### **Costo unitario**

El costo unitario es la suma de los parciales de Mano de obra, Equipos, Materiales y

$$\mathbf{C.U = Mo + Eq + Mat + Herr}$$

herramientas, se representa este en una unidad de medida determinada.

Donde:

C.U = Costo unitario

Mo = Mano de obra

Eq = Maquinaria o equipo

Mat = Materiales

Herr = Herramientas

## V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 5.1. Tipo de Investigación: Experimental

Ya que implica el manejo de una variable experimental, bajo condiciones reguladas, con el objetivo de explicar cómo o por qué motivo ocurre una circunstancia o suceso específico. El científico gestiona de manera intencionada la variable experimental y posteriormente observa los eventos en circunstancias controladas. (**Hernández et al., 2003**).

### 5.2. Ubicación Espacial

Este estudio se llevó a cabo en el vivero forestal de CISAF, ubicada en el Centro Agronómico K'ayra, perteneciente a la Facultad de Agronomía y Zootecnia, ubicado en el Distrito de San Jerónimo, Provincia y Región de Cusco.

#### 5.2.1. Ubicación Política

- **Región** : Cusco
- **Provincia** : Cusco
- **Distrito** : San Jerónimo
- **Lugar** : Centro Agronómico K'ayra

#### 5.2.2. Ubicación Geográfica

- **Latitud** : 13°33'24"S
- **Longitud** : 71°52'30"W
- **Altitud** : 3219 m

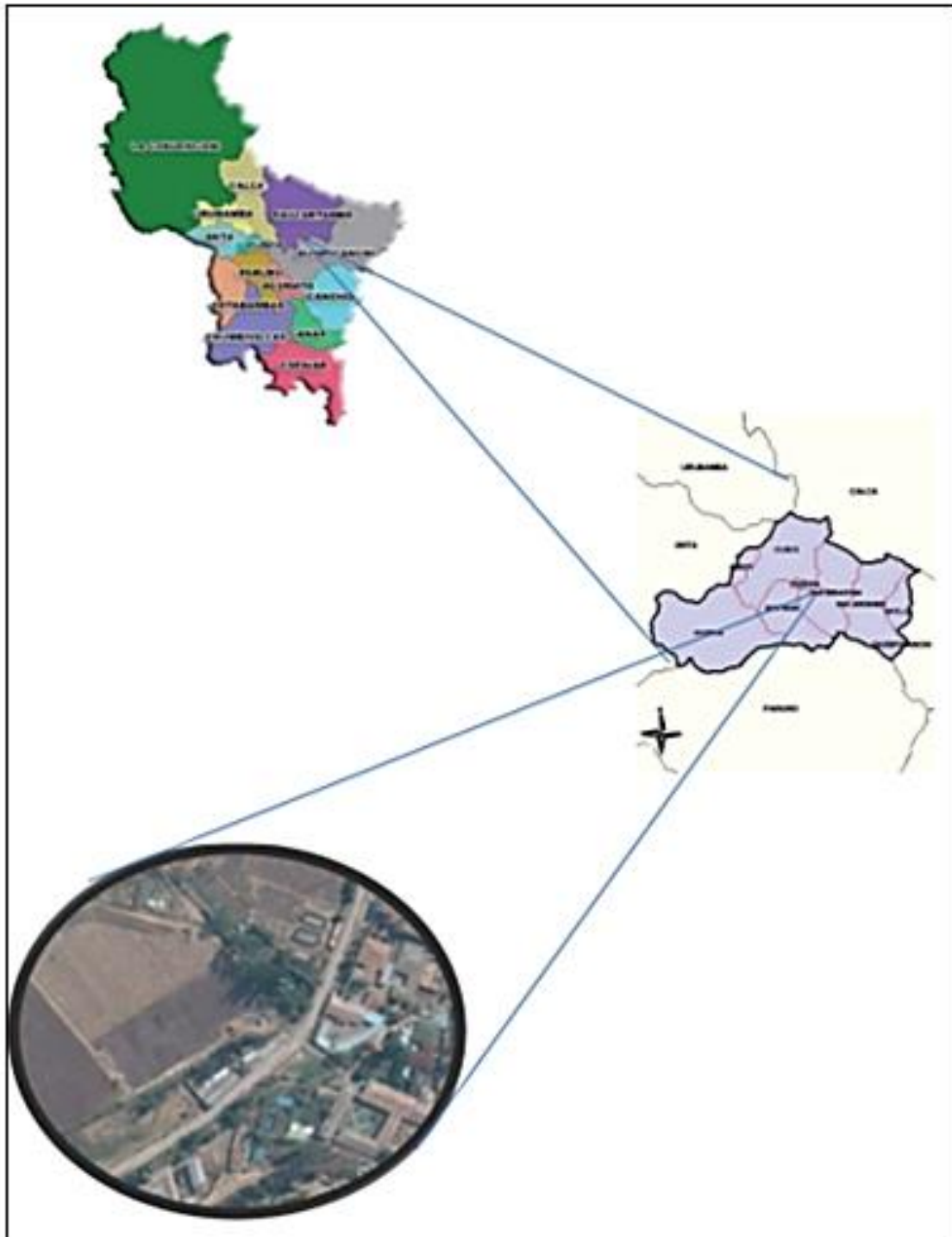
#### 5.2.3. Ubicación Hidrográfica

- **Cuenca** : Vilcanota
- **Sub cuenca** : Huatanay
- **Micro cuenca** : Huanacaury

#### 5.2.4. Ubicación Ecológica

El Centro Agronómico K'ayra según el diagrama de Holdridge, pertenece a la zona de vida natural: Entre Bosque húmedo-Montano Subtropical (Bh-MS), Bosque seco-Montano Bajo subtropical (bs-MBS) (**Holdridge, 1978**)

Gráfico 01: Ubicación del lugar experimental



Elaboración propia

### **5.3. Ubicación Temporal**

El trabajo de investigación fue realizado entre el año 2019 - 2020, iniciando en el mes de diciembre del año 2019 y concluyéndose a finales del mes de mayo del 2020.

### **5.4. Materiales y Métodos**

#### **5.4.1. Materiales**

Para cumplir y efectuar el presente trabajo de investigación, se hizo empleo de los siguientes materiales y equipos.

##### **5.4.1.1. Material Vegetal**

- Estacas de Aliso

##### **5.4.1.2. Materiales de Gabinete**

- Materiales de escritorio
- Cámara fotográfica
- Papel bond
- Lapiceros
- Computadora portátil
- Plumones

##### **5.4.1.3. Materiales de Campo**

- Malla rashell
- Bolsas polietileno
- Rollizos de Eucalipto
- Rótulos de identificación
- Tijera de podar
- Herramientas (zaranda, pico, pala etc.)
- Wincha

##### **5.4.1.4. Equipos e Instrumentos**

- Mochila de fumigar
- Cámara fotográfica

- Computadora
- Vernier

#### **5.4.1.5. Hormonas enraizadoras**

- Rapid Root (AIB)
- Raímazter (AIB)
- Root Hor (ANA y AIB)

#### **5.4.1.6. Materiales para sustrato**

- Biosólido
- Arena de río
- Tierra agrícola
- Tierra negra

### **5.4.2. Metodología**

#### **5.4.2.1. Enfoque de investigación**

El proyecto de investigación propuesto tuvo una orientación cuantitativa, puesto que se hizo empleo de métodos estadísticos para la evaluación, tal como el análisis de varianza y la prueba de Tukey. El análisis estadístico para resultados cuantitativos fue procesado en software InfoStat - programa Microsoft Excel de hojas de cálculo, donde se elaboró análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey al 0.05 y 0.01 de significancia.

#### **5.4.2.2. Instrumento de investigación**

Para efectuar la recolección de los datos en función a las diversas variables que fueron evaluadas en la investigación, se hizo empleando las fichas de evaluación y recolección de datos.

#### **5.4.2.3. Diseño experimental**

El diseño experimental utilizado en la investigación fue el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Los datos recolectados en las diferentes evaluaciones de campo se analizaron mediante el análisis de varianza (ANVA) y se evaluaron con la prueba de comparaciones de medias de Tukey, considerando niveles de confianza del 95% y 99% ( $p < 0,05$ ;  $p < 0,01$ ). Este enfoque permitió identificar



diferencias significativas y determinar cuál de los tratamientos aplicados mostró los mejores resultados para la variable evaluada.

**Factores de estudio:**

**Mezcla de sustratos:**

- 2:1:0.5: Tierra Agrícola (57.14%), Biosólido (28.57%), Arena de río (14.29%)
- 2:1:1: Tierra agrícola (50%), Tierra negra (25%), Arena de río (25%)
- 3:1 tierra agrícola (75%) y arena río (25%): Tratamiento control o testigo.

**Enraizadores comerciales:**

- Rapid Root
- Root Hor
- Raimazter

**Tabla 02: Combinación de tratamientos.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Tipo de sustrato</b>	<b>Enraizador</b>	<b>Interacción</b>
T1	3:1	Testigo	T – 0
T2	2:1:0.5	Rapid Root	B1 – E1
T3	2:1:0.5	Root Hor	B1 – E2
T4	2:1:0.5	Raimazter	B1 – E3
T5	2:1:1	Rapid Root	B2 – E1
T6	2:1:1	Root Hor	B2 – E2
T7	2:1:1	Raimazter	B2 – E3

**5.4.2.4. Variables e indicadores**

**a. Variables independientes**

- Propagación de estacas
- Mezcla de sustratos
- Enraizadores comerciales

## **b. Variables dependientes**

### **Comportamiento agronómico:**

- Número de brotes por estaca
- Longitud de brotes de estacas (mm)
- Número de hojas por brote de estacas
- Longitud de hoja por estacas (mm)

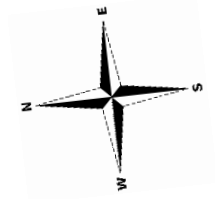
### **Mortandad y enraizamiento de las estacas:**

- Número de estacas en mortandad
- Número de raíces por estaca
- Longitud de raíces por estacas (cm)

### **Costos de producción:**

- Utilidad neta (S/.)
- Índice de rentabilidad (%)

## Croquis de distribución de unidades experimentales



### Bloque I

B1:E2
T
B1:E1
B2:E1
B2:E3
B1:E3
B2:E2

### Bloque III

B2:E2
B1:E2
B2:E3
B1:E1
B2:E1
T
B1:E3

### Bloque II

B2:E2
B2:E1
B1:E3
B1:E1
T
B2:E3
B1:E2

### Bloque IV

B1:E3
B2:E1
T
B1:E2
B2:E2
B2:E3
B1:E1

#### **5.4.2.5. Características del campo experimental**

Largo: 10.8 m

Ancho: 2.4 m

N° de repeticiones: 04

N° de parcelas: 28

#### **5.4.2.6. Unidad experimental:**

Número de unidades experimentales por bloque: 07

Número total de unidad experimentales: 28

### **5.5. Actividades en la ejecución de la investigación**

#### **5.5.1. Identificación de material vegetativo**

El material vegetativo se obtuvo de plantas madres de aliso que se encuentra ubicado en la Comunidad Campesina de Anta del distrito y provincia de Anta, a una altitud de 3 600 m.

#### **5.5.2. Recolección y preparación del material vegetativo**

Se inició con la recolección y preparación de estacas para el cual se tomó en cuenta estacas con un diámetro de 1.5 a 2 cm de grosor preferentemente árboles semilleros (madres), con la ayuda de tijeras de podar. La longitud de estacas lignificadas, fueron entre 15 a 20 cm.

#### **5.5.3. Preparación de sustrato**

Se preparó un volumen de 1.30  $m^3$  de sustrato para el embolsado 1400 und de sustrato embolsado que se necesitó para la investigación.

El biosólido fue adquirido de la empresa ECOTANI, biosólido procesado del tipo A, de uso inmediato en la agricultura, esta viene en presentación de 50 kg. Cuyas características son:

Biosólidos orgánicos: 75%

Sustrato de calcio: 15%

Biol: 10%

## Composición

PH: 7-8

Nitrógeno: 3-5%

Fosforo: 3-5%

Calcio: 14-18

Potasio: 3-5%

Magnesio 2-4%

Humedad: 25%

Materia orgánica 45-55%

La proporción del sustrato tierra agrícola (50%), tierra negra (25%), arena de río (25%) se calculó en base conocimiento de manejo de viveros que la proporción del sustrato tradicional es de 2:1:1. El cálculo del sustrato Tierra Agrícola (57.14%), Biosólido (28.57%), Arena de río (14.29%) se realizó sin antecedentes previos, porque no existe investigaciones científicas en el usos de biosólidos como sustratos y el investigador propuso la proporción de 2:1:0.5

La mezcla de los sustratos tuvo una proporción de:

- **2:1:0.5: Tierra Agrícola (57.14%), Biosólido (28.57%), Arena de río (14.29%)**
  - 0.40 m<sup>3</sup> Tierra agrícola
  - 0.18 m<sup>3</sup> biosólido
  - 0.08 m<sup>3</sup> m3 de arena de río
- **2:1:1 tierra agrícola (50%), tierra negra (25%), arena de río (25%)**
  - 0.32 m<sup>3</sup> de tierra agrícola
  - 0.16 m<sup>3</sup> de tierra negra
  - 0.16 m<sup>3</sup> de arena de río
- **Testigo**
  - 3:1 Tierra agrícola (75%) y arena río (25%)
  -

Fotografía 01: Preparación de sustrato



#### **5.5.4. Desinfección del sustrato**

El sustrato fue desinfectado con un fungicida a una dosis de 20 cc de Vitavax en 20 Lt de agua, mezclando en una mochila de asperjar para después aplicar en el sustrato; para que la desinfección sea homogénea se revolvió el sustrato hasta conseguir que esté totalmente humedecido, para ello se cubrió con plástico y se dejó por 24 horas en reposo para optimizar y garantizar el efecto de este proceso.

#### **5.5.5. Embolsado de sustrato**

Se utilizaron bolsas de polietileno color negro de 7" x 5" x 2 mm en las que se llenaron de sustrato, ajustando levemente a fin de evitar la formación de bolsas de aire (macro poros).

Fotografía 02: Embolsado de sustrato



### 5.5.6. Preparación de enraizadores

En esta etapa, se procedió a preparar los enraizadores comerciales, tomando en cuenta las fichas técnicas de casas comerciales, esto se realizó en los volúmenes recomendados para la presente investigación.

Fotografía 03: Preparación y aplicación de enraizadores



#### 5.5.6.1. Rapid Root (Ácido indol butírico)

Se empleó 45 g por 1000 unidades de estacas para el cual se procedió de acuerdo a las indicaciones del producto.

Una vez humedecidas, se dejó que la parte basal de las estacas oreara durante 2 a 4 minutos. Después, se introdujo la parte húmeda de 2 a 4 cm en el recipiente que alberga el Polvo Rapid Root. Luego, se colocaron en las cavidades creadas en los sustratos embolsados para prevenir que las estacas se froten. Se emplearon 40 g de enraizador en las 400 estacas, a causa de la variabilidad en el diámetro de las estacas, que varió entre 2 y 3 cm..

#### 5.5.6.2. ROOT – HOR (ácido alfa naftalenacetico + ácido 3 indol butírico)

Se añadió 5 ml de Root-Hor por cada litro de agua; luego, las estacas fueron sumergidas a 3 cm del nivel del agua en un periodo de 3 a 5 minutos.

#### **5.5.6.3. Raimazter (fitoauxinas + fitocitoquininas)**

Se añadieron 5 ml de Root-Hor por cada litro de agua; luego, las estacas fueron sumergidas a 3 cm del nivel del agua del contenedor durante un periodo de 5 minutos.

#### **5.5.6.4. SE (Sin enraizador, Testigo)**

Para las estacas que se propagaron sin un enraizador, tal como sucede con el tratamiento testigo, se conservó agua en una tina de 20 litros, donde se situaron las estacas y se permitió que se mantuvieran durante un periodo de 12 horas.

#### **5.5.7. Instalación del experimento**

La recolección e instalación de las estacas de aliso (*Alnus acuminata*) en el sustrato embolsado se realizó con trabajos previos, para la realización de los hoyos del sustrato embolsado; luego se colocaron las estacas en el sustrato embolsado con una ubicación en forma inclinada, a una profundidad aproximada de 4 a 5 cm por estaca que previamente se encontraban sumergidas en los enraizadores correspondientes, posteriormente se completó en rellenar con el sustrato y finalmente concluyendo con un riego ligero.

#### **5.5.8. Protección**

La investigación se realizó dentro del vivero del CISAF y en un espacio de 25.92 m<sup>2</sup> para el manejo y protección de las estacas, además, se cubrió el techo con malla rashell a 60% de sombra y los laterales de igual forma.

#### **5.5.9. Riego**

Se realizaron los riegos entre 2 a 3 veces por semana en los primeros 02 meses, luego según las necesidades que presentaron las plantas, de acuerdo a las condiciones del clima; el riego fue efectuado en horas de la mañana (08:00), con ayuda de una regadera manual con un aproximado de 120 litros por semana.

#### **5.5.10. Evaluaciones**

Durante el desarrollo de la investigación, se realizó una única evaluación en el cuarto mes tras la instalación de las estacas. Se tomaron 10 muestras por tratamiento para las variables estudiadas, y se presentarán los promedios de dichas muestras.



Asimismo, en los cuadros de resultados, el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Tukey, se reportarán los promedios con hasta cuatro cifras decimales.

**Comportamiento agronómico:**

- Número de brotes por estaca
- Longitud de brotes de estacas (mm)
- Número de hojas por brote de estacas
- Longitud de hoja por estacas (mm)

**Mortandad y enraizamiento de las estacas:**

- Número de estacas en mortandad
- Número de raíces por estaca
- Longitud de raíces por estacas (cm)

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Características agronómicas

#### 6.1.1. Cantidad de brotes por estaca de Aliso

Para llevar a cabo la evaluación agronómica del número de brotes por estaca de Aliso, se llevó a cabo el conteo y la cantidad de brotes presentes en las diferentes estacas de Aliso distribuidas en el experimento. Este proceso se llevó a cabo durante una evaluación con el objetivo de establecer el impacto del sustrato y el tipo de enraizador comercial en el crecimiento y desarrollo de los brotes; estos valores ordenados se presentan en el cuadro 01.

**Cuadro 01: Valores clasificados del número de brotes por estaca de Aliso con la utilización de sustratos y enraizadores.**

TRAT	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL	
<b>BLOQ</b>	<b>I</b>	1.5000	1.4000	1.0000	1.2000	1.6000	1.2000	2.0000	9.9000
	<b>II</b>	1.6000	1.0000	1.2000	1.0000	1.6000	1.4000	2.2000	10.0000
	<b>III</b>	1.6000	1.6000	1.4000	1.0000	1.4000	1.4000	1.4000	9.8000
	<b>IV</b>	1.2000	1.4000	1.0000	1.6000	1.8000	1.8000	2.2000	11.0000
$\Sigma$	5.9000	5.4000	4.6000	4.8000	6.4000	5.8000	7.8000	40.7000	
<b>Promedio</b>	1.4750	1.3500	1.1500	1.2000	1.6000	1.4500	1.9500	1.4536	

**Cuadro 02: Análisis de varianza del número de brotes por estaca de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF.
					5%	1%	
<b>Bloques</b>	3	0.1325	0.0442	0.6543	3.1599	5.0918	NS.NS.
<b>Tratamientos</b>	6	1.7421	0.2904	4.3016	2.6613	4.0146	**
<b>Error</b>	18	1.2150	0.0675				
<b>Total</b>	27	3.0896	<b>C.V. = 17.87%</b>				

Del cuadro 02 de ANVA para número de brotes por estaca se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 17.87% indica que los

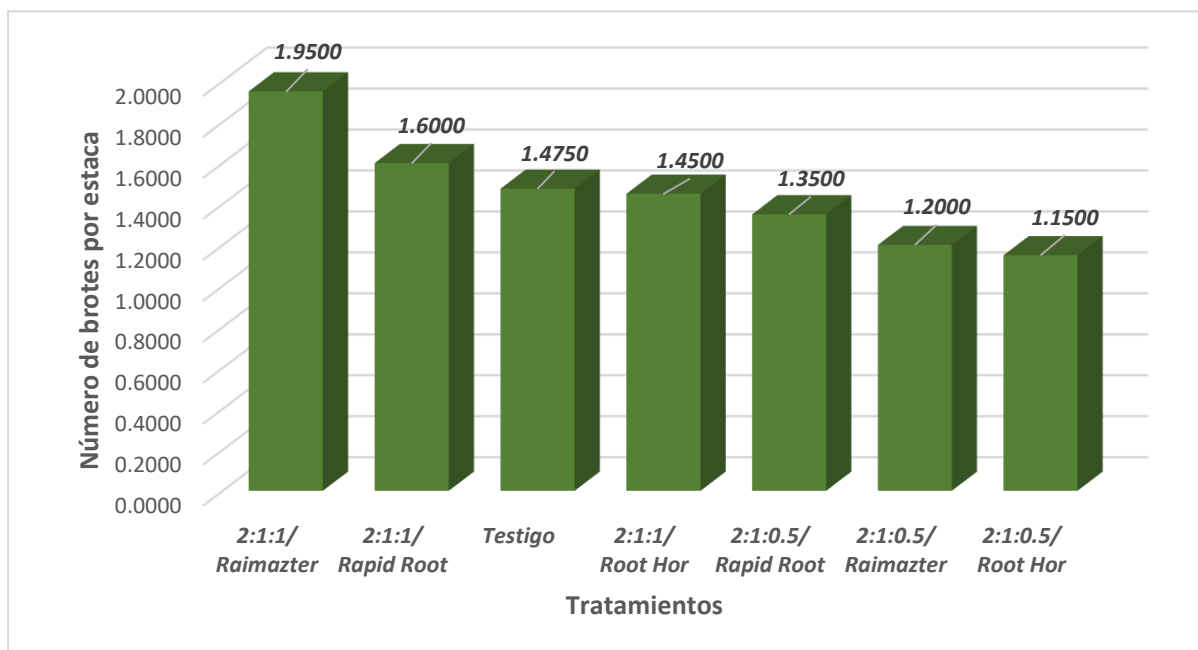
datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos.

**Cuadro 03: Prueba de Tukey de tratamientos para número de brotes por estaca.**

Orden de Merito	Tratamientos	Número de brotes por estaca	Significación	
			5%	1%
I	2:1:1 / Raimazter	1.9500	a	a
II	2:1:1 / Rapid Root	1.6000	a b	a b
III	Testigo	1.4750	a b	a b
IV	2:1:1 / Root Hor	1.4500	a b	a b
V	2:1:0.5 /Rapid Root	1.3500	a b	a b
VI	2:1:0.5 / Raimazter	1.2000	b	a b
VII	2:1:0.5 / Root Hor	1.1500	b	b

Del cuadro 03 Prueba de Tukey de tratamientos para número de brotes por estaca se desprende que, al 1% de significancia estadística el sustrato Tierra agrícola + Tierra negra + Arena de rio 2:1:1 con Raimazter, generó 1.9500 brotes por estaca, superior a los demás tratamientos, y el tratamiento Tierra agrícola + Biosólido + Arena de rio 2:1:0.5 con Root Hor, generó 1.1500 brotes por estaca, siendo el éste que ocupó el último lugar. Esta superioridad se debe a la mayor mineralización y a las características químicas de la tierra negra o tierra vegetal. **Vizcaíno, F. (2014)** en su investigación realizada respecto al número de brotes, en la especie Aliso propagada se obtuvo como promedio un valor de 2,02 brotes por plántula a los 120 días del establecimiento de ensayo, donde el tratamiento que mayor número de brotes presento fue el T6 (Aliso + AIB) con una media de 2,75 brotes por plántula; como se ven estos promedios son mayores al obtenido en la investigación.

**Gráfico 02: Comparaciones de medias Tukey del número de brotes por estaca de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**



### 6.1.2. Medición en milímetros de brotes de estacas de Aliso

Para realizar el análisis agronómico de la longitud de brotamiento en las estacas de Aliso, se midió en milímetros cada brote presente en las diversas estacas del experimento. Esta medición se efectuó durante una evaluación destinada a determinar el efecto del sustrato y del tipo de enraizador en el crecimiento y longitud de los brotes. Los resultados obtenidos se presentan de manera resumida en el cuadro 04.

**Cuadro 04: Longitudes de brotes de estacas de aliso organizadas según el uso de sustratos y enraizadores.**

TRAT	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL	
BLOQ	I	8.7000	11.0000	5.3400	11.3600	9.1000	6.7800	13.6600	65.9400
	II	9.4200	10.2000	6.8800	11.0200	6.9800	14.9800	10.3000	69.7800
	III	6.2600	10.9160	7.5840	11.2400	9.8400	12.1080	11.4600	69.4080
	IV	9.0000	11.6400	9.4400	10.9200	10.0600	12.7400	11.5200	75.3200
<b>Suma</b>	33.3800	43.7560	29.2440	44.5400	35.9800	46.6080	46.9400	280.4480	
<b>Promedio</b>	8.3450	10.9390	7.3110	11.1350	8.9950	11.6520	11.7350	10.0160	

**Cuadro 05: Análisis de varianza de la longitud de brotes de estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF.
					5%	1%	
<b>Bloques</b>	3	6.4478	2.1493	0.6733	3.1599	5.0918	NS.NS.
<b>Tratamientos</b>	6	75.5490	12.5915	3.9444	2.6613	4.0146	*NS.
<b>Error</b>	18	57.4606	3.1923				
<b>Total</b>	27	139.4574	<b>C.V. = 17.84 %</b>				

Del cuadro 05 de ANVA para longitud de brotes de estacas se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 17.84% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencia significativa entre tratamientos.

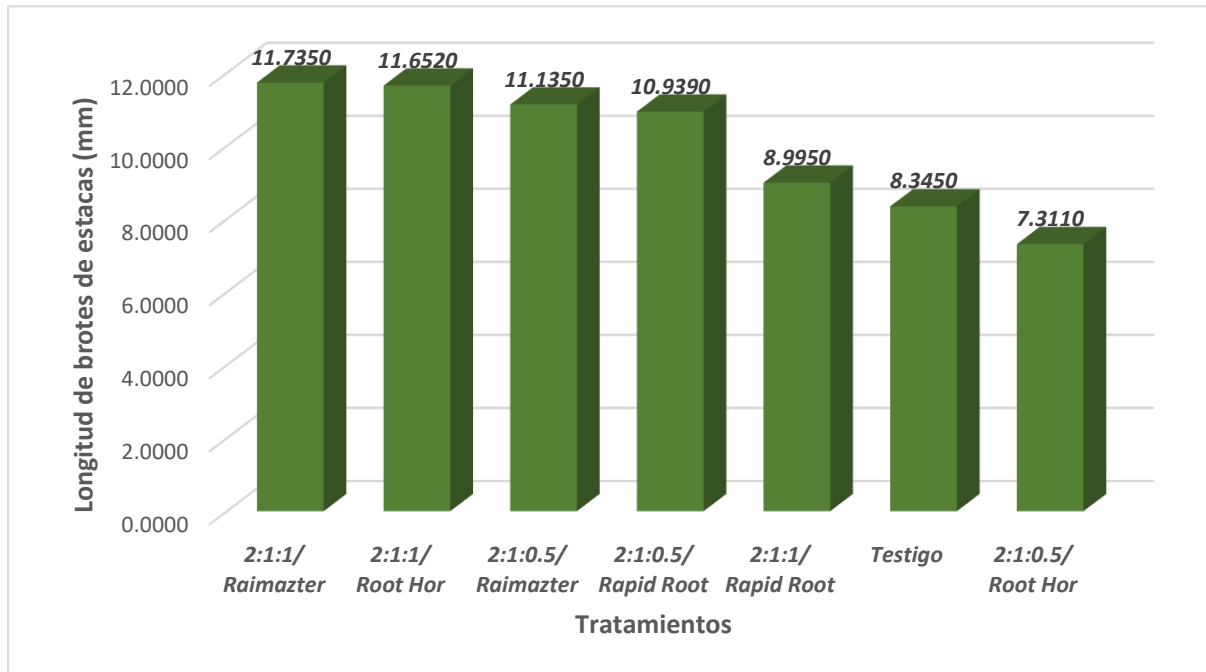
**Cuadro 06: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de brotes de estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

Orden de Merito	Tratamientos	Longitud de brotes de estacas (mm).	Significación
			5%
<b>I</b>	2:1:1 / Raimazter	11.7350	a
<b>II</b>	2:1:1 / Root Hor	11.6520	a b
<b>III</b>	2:1:0.5 / Raimazter	11.1350	a b c
<b>IV</b>	2:1:0.5 / Rapid Root	10.9390	a b c
<b>V</b>	2:1:1 / Rapid Root	8.9950	a b c
<b>VI</b>	Testigo	8.3450	a b c
<b>VII</b>	2:1:0.5 / Root Hor	7.3110	c

Del cuadro 06 Prueba de Tukey de tratamientos para longitud de brotes de estacas se desprende que, al 5% de significancia estadística el sustrato Tierra agrícola + Tierra negra + Arena de río 2:1:1 con Raimazter, alcanzó 11.7350 mm de longitud de brotes de estacas, superior a los demás tratamientos, y el tratamiento Tierra agrícola + Biosólido + Arena de río 2:1:0.5 con Root Hor, alcanzó 7.3110 mm de longitud de brotes de estacas, ocupando el último lugar. Esta superioridad se debe a las

bondades del enraizador Raimazter. **Azcón y Talón, (2000)**, refiere que las fitohormonas y/o enraizadores sintéticos, son productos que estimula el crecimiento de raíces en estacas, esquejes, brotes, Es un importante complemento que asegura el crecimiento radicular en todo tipo de vegetales.

**Gráfico 03: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de brotes de estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**



### 6.1.3. Cantidad de hojas por brote de estacas de ramas intermedias de Aliso

Para llevar a cabo la evaluación agronómica del número de hojas por brote de estacas de Aliso, se llevó a cabo el recuento y registro de la cantidad de hojas presentes en cada brote de las diferentes estacas de aliso distribuidas en el experimento. Este proceso se llevó a cabo durante una evaluación con el objetivo de establecer el impacto del sustrato y el tipo de enraizador en el crecimiento y desarrollo de las hojas. Los resultados obtenidos se presentan de manera resumida en el cuadro 07.

**Cuadro 07: Lista de números del número de hojas por brote de las estacas de Aliso mediante el uso de sustratos y enraizadores.**

TRAT.	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL	
BLOQ.	I	4	3	4	4	3	3	3	24
	II	4	3	3	4	3	4	3	24
	III	3	3	4	5	4	4	3	26
	IV	4	3	3	4	3	3	4	24
Suma	15	12	14	17	13	14	13	98	
Promedio	3.75	3	3.5	4.25	3.25	3.5	3.25	3.5	

**Cuadro 08: Análisis de varianza del número de hojas por brote de estacas de Aliso con la aplicación de enraizadores y enraizadores**

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF.
					5%	1%	
Bloques	3	0.4286	0.1429	0.5625	3.1599	5.0918	NS.NS.
Tratamientos	6	4.0000	0.6667	2.6250	2.6613	4.0146	NS.NS.
Error	18	4.5714	0.2540				
Total				C.V. = 14.40%			

Del cuadro 08 de ANVA para número de hojas por brote de estacas se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 14.40% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. No muestra diferencia estadística entre tratamientos.

**Cuadro 09: Ordenamiento de tratamientos para Número de hojas por brote de estacas.**

Orden de Merito	Tratamientos	Número de hojas por brote de estacas.
I	2:1:0.5 / Raimazter	4.2500
II	Testigo	3.7500
III	2:1:0.5 / Root Hor	3.5000
IV	2:1:1 / Root Hor	3.5000
V	2:1:0.5 / Raimazter	3.2500
VI	2:1:1 / Raimazter	3.2500
VII	2:1:0.5 / Rapid Root	3.0000

Del cuadro 09 Prueba de Ordenamiento de tratamientos para número de hojas por brote de estacas se desprende que, aritméticamente el sustrato Tierra agrícola + Biosólido + Arena de rio 2:1:0.5 con Raimazter, formó 4.2500 hojas por brote de estacas, superior a los demás tratamientos, mientras que el sustrato Tierra agrícola + Biosólido + Arena de rio con Rapid Root alcanzó 3.0000 hojas por brote de estacas, ocupando el último lugar. Esta superioridad se debe a las bondades del enraizador Raimazter. **Azcón y Talón, (2000)**, refiere que las fitohormonas y/o enraizadores sintéticos, son productos que estimula el crecimiento de raíces en estacas, esquejes, brotes.

**Gráfico 04: Comparaciones en el número de hojas por brote de estacas de aliso utilizando diferentes sustratos y enraizadores.**





#### 6.1.4. Largo de la hoja por estacas de Aliso

Para llevar a cabo la evaluación agronómica de la longitud de las hojas en los brotes de estacas de Aliso, se midió en milímetros cada hoja presente en los brotes de las estacas propagadas durante el experimento. Esta actividad se realizó como parte de una evaluación destinada a determinar el impacto del sustrato y del tipo de enraizador en el crecimiento y longitud de las hojas. Los valores obtenidos se presentan de manera resumida en el cuadro 10.

**Cuadro 10: Valores clasificados de la longitud de las hojas de estacas de Aliso en relación con la aplicación de sustratos y hormonas de enraizamiento.**

TRAT.	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL	
<b>BLOQ</b>	<b>I</b>	24.1200	29.8400	27.6000	34.7800	23.7000	30.0800	24.5800	194.7000
	<b>II</b>	30.2200	30.4600	28.4000	28.1200	29.9800	36.2000	30.7000	214.0800
	<b>III</b>	30.1000	30.5200	30.0400	27.1800	24.4800	35.1500	28.3400	205.8100
	<b>IV</b>	27.9600	31.9200	26.2400	22.9800	28.9600	31.2800	29.0000	198.3400
<b>Suma</b>	112.4000	122.7400	112.2800	113.0600	107.1200	132.7100	112.6200	812.9300	
<b>Promedio</b>	28.1000	30.6850	28.0700	28.2650	26.7800	33.1775	28.1550	29.0332	

**Cuadro 11: Análisis de varianza de la longitud de hoja por estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF.
					5%	1%	
<b>Bloques</b>	3	31.5788	10.5263	1.2613	3.1599	5.0918	NS.NS.
<b>Tratamientos</b>	6	112.5622	18.7604	2.2479	2.6613	4.0146	NS.NS.
<b>Error</b>	18	150.2229	8.3457				
<b>Total</b>				<b>C.V. = 9.95%</b>			

Del cuadro 11 de ANVA para longitud de hoja por estacas se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 9.95% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. No muestra diferencia estadística entre tratamientos.

**Cuadro 12: Prueba de ordenamiento para Longitud de hoja por estacas (mm).**

Orden de Merito	Tratamientos	Longitud de hoja por estacas (mm).
I	2:1:1 / Root Hor	33.1775
II	2:1:0.5 / Rapid Root	30.6850
III	2:1:0.5 / Raimazter	28.2650
IV	2:1:1 / Raimazter	28.1550
V	Testigo	28.1000
VI	2:1:0.5 / Root Hor	28.0700
VII	2:1:1 / Rapid Root	26.7800

Del cuadro 12 prueba de ordenamiento de tratamientos para longitud de hoja por estacas se desprende que, aritméticamente el sustrato Tierra agrícola + Tierra negra + Arena de rio 2:1:1 con Root Hor, alcanzó 33.1775 mm de longitud de hoja por estacas, superior a los demás tratamientos, mientras que el sustrato Tierra agrícola + Tierra negra + Arena de rio con Rapid Root alcanzó 26.7800 mm de longitud de hoja por estacas, ocupando el último lugar. Esta superioridad se debe a las bondades del enraizador Root Hor. Azcón y Talón, (2000), refiere que las fitohormonas y/o enraizadores sintéticos, son productos que estimula el crecimiento de raíces en estacas, esquejes, brotes.

**Gráfico 05: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de hoja de estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**



## 6.2. Número de mortandad y enraizamiento de las estacas

### 6.2.1. Número de estacas en mortandad de Aliso

Para realizar la evaluación del número de estacas en mortandad de Aliso, se ha realizado el conteo y registro de la cantidad de estacas de Aliso muertas que fueron propagadas inicialmente en el experimento; esta actividad fue realizada durante una evaluación, al finalizar el experimento, con la finalidad de poder determinar la influencia del sustrato y tipo de enraizador en la mortandad de estacas; estos valores ordenados son resumidos en el cuadro 13.

**Cuadro 13: Valores ordenados del número de estacas en mortandad de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

TRAT.	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL	
BLOQ.	I	15	13	14	12	11	11	10	86.0000
	II	15	13	13	11	11	11	10	84.0000
	III	15	12	14	10	11	11	8	81.0000
	IV	15	15	14	10	11	10	9	84.0000
Suma		60.0000	53.0000	55.0000	43.0000	44.0000	43.0000	37.0000	335.0000
Promedio		15.0000	13.2500	13.7500	10.7500	11.0000	10.7500	9.2500	11.9643

**Cuadro 14: Análisis de varianza del número de estacas en mortandad de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF.
					5%	1%	
Bloques	3	1.8214	0.6071	1.1007	3.1599	5.0918	NS.NS.
Tratamientos	6	101.2143	16.8690	30.5827	2.6613	4.0146	**
Error	18	9.9286	0.5516				
Total					C.V. = 6.21%		

Del cuadro 14 de ANVA para número de estacas en mortandad se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 6.21% indica que los

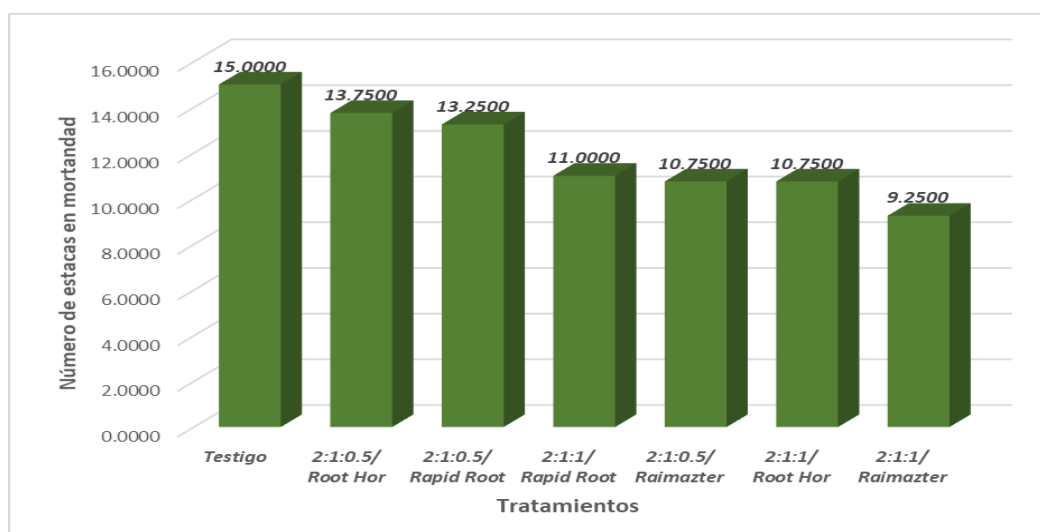
datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos.

**Cuadro 15: Comparaciones de medias Tukey del número de estacas en mortandad de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

Orden de Merito	Tratamientos	Número de estacas en mortandad	Significación	
			5%	1%
I	Testigo	15.0000	a	a
II	2:1:0.5 / Root Hor	13.7500	a b	a b
III	2:1:0.5 / Rapid Root	13.2500	b c	a b c
IV	2:1:1 / Rapid Root	11.0000	d	d
V	2:1:0.5 / Raimazter	10.7500	d e	d
VI	2:1:1 / Root Hor	10.7500	d e	d
VII	2:1:1 / Raimazter	9.2500	e	d

Del cuadro 15 Prueba de Tukey de tratamientos para número de estacas en mortandad se desprende que, al 1% de significancia estadística el sustrato Tierra agrícola y arena rio (3:1) sin enraizador (Testigo), con 15.0000 estacas muertas, fue superior a los demás tratamientos, y el tratamiento Tierra agrícola + Biosólido + Arena de rio 2:1:1 con Raimazter, presentó 9.2500 estacas prendidas. Esta superioridad en mortandad se debe a la falta de nutrientes en los sustratos y falta del efecto de hormonas.

**Gráfico 06: Comparaciones de medias Tukey del número de estacas en mortandad de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**



## 6.2.2. Número de raíces por estaca de Aliso

Para efectuar la evaluación del número de raíces por estaca de Aliso, se ha realizado el conteo y registro de la cantidad de raíces existentes en las diversas estacas de Aliso propagadas en el experimento; esta actividad fue realizada durante una evaluación al término de la realización de la investigación con la finalidad de poder determinar la influencia del sustrato y tipo de enraizador en el desarrollo y formación de raíces; estos valores ordenados son resumidos en el cuadro 16.

**Cuadro 16: Valores ordenados del número de raíces por estaca de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

TRAT.	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL	
BLOQ	I	3	3	4	4	3	4	6	27.0000
	II	3	2	4	4	4	4	6	27.0000
	III	3	4	3	5	2	5	6	28.0000
	IV	3	3	4	5	3	4	6	28.0000
<b>Suma</b>	12.0000	12.0000	15.0000	18.0000	12.0000	17.0000	24.0000	110.0000	
<b>Promedio</b>	3.0000	3.0000	3.7500	4.5000	3.0000	4.2500	6.0000	3.9286	

**Cuadro 17: Análisis de varianza del número de raíces por estaca de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF.
					5%	1%	
<b>Bloques</b>	3	0.1429	0.0476	0.1348	3.1599	5.0918	NS.NS.
<b>Tratamientos</b>	6	29.3571	4.8929	13.8539	2.6613	4.0146	**
<b>Error</b>	18	6.3571	0.3532				
<b>Total</b>				<b>C.V. = 15.13%</b>			

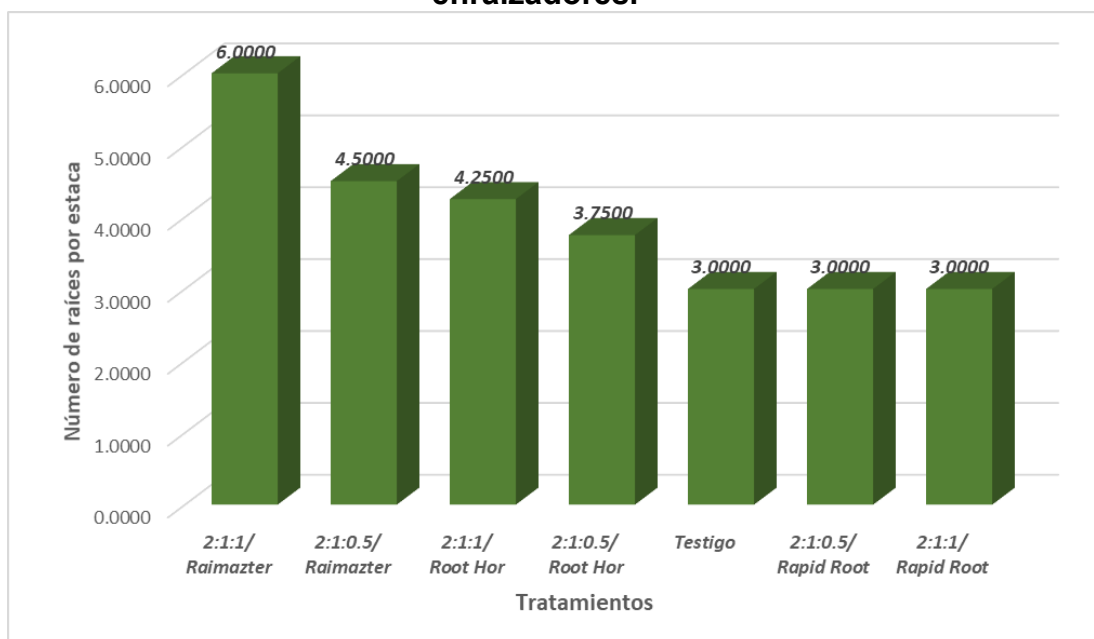
Del cuadro 17 de ANVA para número de raíces por estaca se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 15.13% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos.

**Cuadro 18: Comparaciones de medias Tukey del número de raíces por estaca de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

Orden de Merito	Tratamientos	Número de raíces por estaca	Significación	
			5%	1%
I	2:1:1 / Raimazter	6.0000	a	a
II	2:1:0.5 / Raimazter	4.5000	a b	a b
III	2:1:1 / Root Hor	4.2500	b c	b
IV	2:1:0.5 / Root Hor	3.7500	b c	b
V	Testigo	3.0000	c	b
VI	2:1:0.5 / Rapid Root	3.0000	c	b
VII	2:1:1 / Rapid Root	3.0000	c	b

Del cuadro 18 Prueba de Tukey de tratamientos para número de raíces por estaca se desprende que, al 1% de significancia estadística el sustrato Tierra agrícola + Tierra negra + arena rio 2:1:1 con Raimazter, generó 6.0000 raíces por estaca, fue superior a los demás tratamientos, y el tratamiento Tierra agrícola + Tierra negra + Arena de rio 2:1:1 con Rapid Root, sólo generó 3.000 raíces por estaca. Esta superioridad se debe al efecto del enraizador Raimazter. **Azcón y Talón, (2000)**, refiere que las fitohormonas y/o enraizadores sintéticos, son productos que estimula el crecimiento de raíces en estacas, esquejes, brotes.

**Gráfico 07: Análisis de comparaciones de medias Tukey sobre el número de raíces por estaca de Aliso, considerando la aplicación de sustratos y enraizadores.**



### 6.2.3. Longitud en centímetros del número de raíces por estacas de Aliso

Para llevar a cabo la evaluación de la longitud de las raíces de las estacas de Aliso, se midió en centímetros la longitud de las raíces presentes en las diferentes estacas propagadas durante el experimento. Esta actividad se realizó como parte de una evaluación destinada a determinar cómo el sustrato y el tipo de enraizador afectan la longitud de las raíces. Los valores obtenidos se presentan resumidos en el cuadro 19.

**Cuadro 19: Longitudes de raíces ordenadas de estacas de Aliso en función de la aplicación de sustratos y enraizadores.**

TRAT.	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL	
BLOQ.	I	3.48	3.42	4.64	6	3.56	4.54	6.8	32.4400
	II	2.04	2.76	5.02	5.3	4.36	5.92	6.7	32.1000
	III	2.58	4.3	3.26	4.8	2.16	5.1	6.92	29.1200
	IV	2.78	3.72	5.1	5.52	3.82	5.26	6.62	32.8200
<b>Suma</b>	10.8800	14.2000	18.0200	21.6200	13.9000	20.8200	27.0400	126.4800	
<b>Promedio</b>	2.7200	3.5500	4.5050	5.4050	3.4750	5.2050	6.7600	4.5171	

**Cuadro 20: Análisis de varianza de la longitud de raíces de estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT		SIGNIF.
					5%	1%	
<b>Bloques</b>	3	1.2275	0.4092	0.9620	3.1599	5.0918	NS.NS.
<b>Tratamientos</b>	6	46.1726	7.6954	18.0916	2.6613	4.0146	**
<b>Error</b>	18	7.6565	0.4254				
<b>Total</b>			<b>C.V. = 14.44%</b>				

Del cuadro 20 de ANVA para longitud de raíces por estacas se desprende que, no existe diferencia estadística entre los bloques, lo que indica que la distribución de las repeticiones es homogénea. El coeficiente de variabilidad de 14.44% indica que los datos analizados para el procesamiento de esta variable expresan confiabilidad en sus resultados. Muestra diferencia altamente significativa entre tratamientos.

**Cuadro 21: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de raíces de estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**

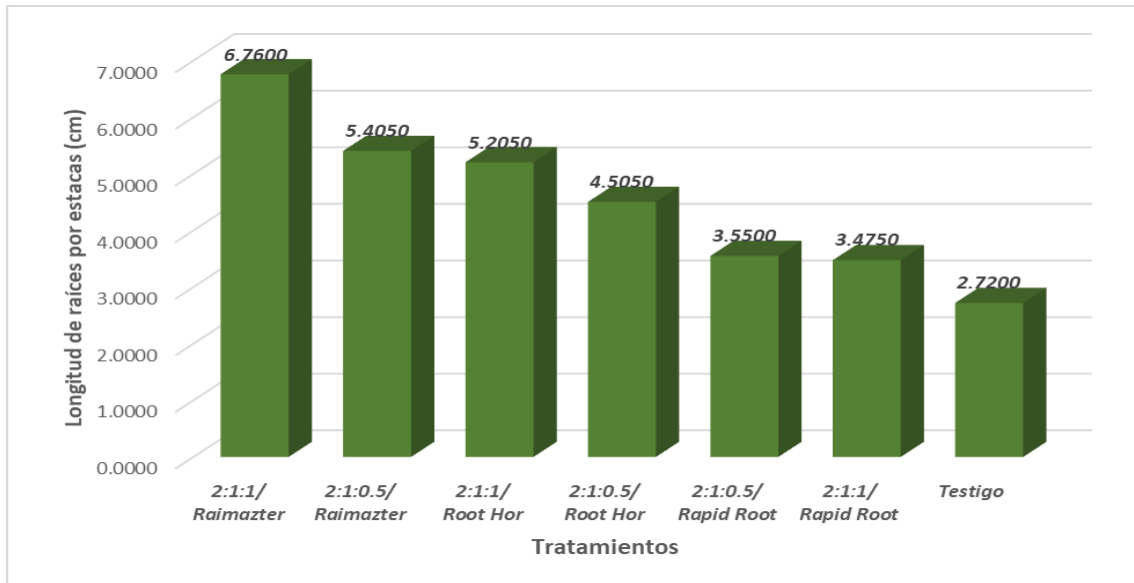
Orden de Merito	Tratamientos	Longitud de raíces por estacas (cm).	Significación	
			5%	1%
<b>I</b>	2:1:1 / Raimazter	6.7600	a	a
<b>II</b>	2:1:0.5 / Raimazter	5.4050	a b	a b
<b>III</b>	2:1:1 / Root Hor	5.2050	b c	a b c
<b>IV</b>	2:1:0.5 / Root Hor	4.5050	b c d	b c d
<b>V</b>	2:1:0.5 / Rapid Root	3.5500	d e	b c d
<b>VI</b>	2:1:1 / Rapid Root	3.4750	d e	c d
<b>VII</b>	Testigo	2.7200	e	d

Del cuadro 21 Prueba de Tukey de tratamientos para longitud de raíces por estacas se desprende que, al 1% de significancia estadística el sustrato Tierra agrícola + Tierra negra + arena rio 2:1:1 con Raimazter, alcanzó 6.7600 cm de longitud de raíces por estaca, superior a los demás tratamientos, y el tratamiento Tierra agrícola y arena rio (3:1) sin enraizador (Testigo), solo alcanzó 2.7200 cm de longitud de raíces por estacas. Esta superioridad se debe al efecto del enraizador Raimazter. **Azcón y**



Talón, (2000), refiere que las fitohormonas y/o enraizadores sintéticos, son productos que estimula el crecimiento de raíces en estacas, esquejes, brotes.

**Gráfico 08: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de raíces de estacas de Aliso con la aplicación de sustratos y enraizadores**



### 6.3. Costos de producción

Resumen de costos de producción de 1400 plantas de Aliso en 4 meses de producción: Área 152 m<sup>2</sup>. Precio referido al año 2019-2020.

N° Orden	Tratamientos	Producción total de plantas de aliso Und.	Precio de las plantas de aliso \$/ Und.	Costo total producción (\$/)	Utilidad neta (\$/)	Índice de rentabilidad (%)
I	T1 (3:1) = Tierra agrícola + Arena de río (Testigo)	1400	2.00	2800	1155.69	41.27
II	T2 (2:1:0.5) = Tierra agrícola + Biosólido + Arena de río/ Rapid Root	1400	2.00	2800	1069.27	38.19
III	T3 (2:1:1) = Tierra agrícola + Tierra negra + Arena de río/ Roothor	1400	2.00	2800	1025.61	36.63
IV	T4 (2:1:1) = Tierra agrícola + Tierra negra + Arena de río/ Raimaster	1400	2.00	2800	993.27	35.47
V	T5 (2:1:0.5) = Tierra agrícola + Biosólido + Arena de río/ Rapid root	1400	2.00	2800	877.39	31.34
VI	T6 (2:1:0.5) = Tierra agrícola + Biosólido + Arena de río/ Root Hor	1400	2.00	2800	833.73	29.78
VII	T7 (2:1:0.5) = Tierra agrícola + Biosólido + Arena de río/ Raimaster	1400	2.00	2800	801.39	28.62

En los análisis de costos de producción de plantas de aliso propagadas mediante estacas, con el tratamiento Tierra agrícola + Arena de río (Testigo) se logró la mayor utilidad económica de S/. 1 155.69 que representa un índice de rentabilidad de 41.27 %; lo que quiere decir que, por cada S/. 100.00 invertido en la producción de plantas de aliso, hay una ganancia a favor del productor de S/ 41.27, lo que significa que es rentable la producción de estas plantas. Sin embargo, se deduce que, en este experimento el efecto de enmiendas como tierra negra, biosólidos y enraizadores influyeron muy poco en la presentación agronómica de la planta de aliso, ya que, en el caso de plantas forestales, especialmente nativas, las ventas en el mercado, el tamaño y presentación morfológica de estas plantas no es prioritario, sino que estas plantas se expenden en general o en otras palabras “al barrer”.

## VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

### 7.1. Conclusiones

#### a. Características agronómicas

El sustrato Tierra agrícola + Tierra negra + Arena de río 2:1:1 con Raimazter, en número de brotes por estaca generó 1.95 brotes por estaca; en longitud de brotes de estacas alcanzó 11.735 mm, generó 6 raíces por estaca, alcanzó 6.76 cm de longitud de raíces por estaca. En número de hojas por brote de estacas el sustrato Tierra agrícola + Biosólido + Arena de río 2:1:0.5 con Raimazter, formó 4.25 hojas por brote de estacas, y en longitud de hoja por estacas el sustrato Tierra agrícola + Tierra negra + Arena de río 2:1:1 con Root Hor, alcanzó 33.1775 mm; en todos superiores a los demás tratamientos. Los números mostrados son resultados de promedios por eso están en algunos casos escritos hasta con cuatro cifras.

#### b. Número de mortandad y enraizamiento de las estacas

En número de estacas en mortandad el sustrato Tierra agrícola y arena río (3:1) sin enraizador (Testigo), con 15 estacas muertas, fue superior a los demás tratamientos.

#### c. Costos de producción

Con el tratamiento Tierra agrícola + Arena de río (Testigo) se logró la mayor utilidad económica de S/. 1 155.69 que representa un índice de rentabilidad de 41.27 %; lo que quiere decir que, por cada S/. 100.00 invertido en la producción de plantas de aliso, hay una ganancia a favor del productor de S/ 41.27, lo que significa que es rentable la producción de estas plantas.

## 7.2. Sugerencias

1. En cuanto a las características agronómicas de las estacas de aliso se sugiere que estas sean siempre seleccionadas de árboles semilleros y de buenas características para garantizar el mayor prendimiento de estacas, de igual forma realizar la propagación con el uso adecuado de enraizadores comerciales.
2. Incluir en los experimentos, la variable altura de planta, a fin de realizar los cálculos de costos de producción de plantas, tomando el criterio de venta unitario de acuerdo al tamaño de planta.
3. En cuanto al costo de producción de los diferentes tratamientos empleados en el experimento se sugiere realizar la propagación del aliso en viveros permanentes existentes para reducir los costos de infraestructura las cuales son el mayor gasto, de tal manera se pueda optimizar los recursos disponibles.
4. Se sugiere el estudio micorrítico en el prendimiento de estacas de aliso y otras especies agroforestales.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alpi, A., & Tognoni, F. (1991). Cultivo en invernadero. España: Mundi- Prensa.
- Andersen, A. (1997). Diccionario Espasa Economía y Negocios. Madrid, España: Espasa Calpe S.A.
- Andrade, L. 1998 "La industria de la construcción", Sagitarius, Segunda Edición. Perú.
- Añazco, M. (1996). Proyecto de Desarrollo Campesino en los Andes del Ecuador. Quito: Graficas Iberia.
- Azcón Bieto, J., & Talón, M. (2000). Fundamentos de la Fisiología Vegetal. Barcelona-España: McGraw-Hill/Interamericana.
- Badilla, Y., & Murillo Gamboa, O. (2005). Enraizamiento de Estacas de Especies Forestales. Costa Rica: Tecnológica de Costa Rica.
- Blanco, A. (2011). Introducción a las hormonas vegetales. Artículo científico.
- Bosque, S. (2010). Fisiología vegetal. Programa Global de Enseñanza Aprendizaje. La Paz - Bolivia: Facultad de Agronomía U.M.S.A.
- Cabot, P., & Perarnau, S. (2004). Propagación de Especies Autóctonas. España: Tecnología de Producción.
- Cardoso, L., & E. Ramírez, V. E. (2001). Manejo de lodos residuales en México, XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Brasil. <http://www.femisca.org/publicaciones/XIVcongreso/XIVCNIS158.pdf>
- Carrillo, F. (1998). Propiedades Físicas y Mecánicas en Especies Nativas, Aliso, Arrayán, Capulí, Molle, Quishuar. Riobamba: ESPOCH.
- CasANVA, F. (1976). Enciclopedia del Ambiente. Barcelona - España: Bruguera S.A.
- Cerón, A. R., González, A. R., & Guzmán, J. M. (2016). Manejo de biosólidos y su posible aplicación al suelo, caso Colombia y Uruguay. Bogotá - Colombia: Producto Asociado al Proyecto de Investigación INV ING 2127.

- Chicaiza, D. (2004). Propagación Vegetativa de *Tectona grandis* L. (teca) través de estacas enraizadas. Quevedo-Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- 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.
- Corente, J. (1997). Manejo de los Sistemas Agroforestales. Barcelona-España: Omega.
- Cortina, J., Valdecantos, A., Fuentes, D., CasANVA, G., Vallejo, V., Díaz Bertrana, J., Ruano Martínez, R. (2001). El uso de biosólidos en el sector forestal Valenciano. Valencia - España: FORESTA.
- Elosua, M. (2007). Diccionario Lid Empresa y Economía (11 ed.). (B. Bernabe, Ed.) Madrid, España: LID.
- Hartmann, H., & Kester, D. (1995). Propagación de plantas. Principios y prácticas. México: Continental.
- Hernández. (2006). Propagación vegetativa de *Podocarpus reichei* Buchh. por medio de estacas, bajo condiciones de invernadero en Chapingo. Chapingo-Mexico: Universidad Autónoma Chapingo.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez, C., & Baptista, L. (2003). Metodología de la Investigación. Chile: Mc Graw Hill.
- Hidrovo, L. (1997). Árboles y Arbustos Nativos para el Desarrollo Forestal Alto andino. Quito - Ecuador: Luz de América.
- INTA, I. N. (2013). Apuntes técnicos para el vivero familiar: con enfoque agroecológico. Apuntes Técnicos, Chile.
- Lawrwnce, W. (1999). Contabilidad de Costo. México: Grupo Noriega Editores.
- Lugo, F. (2007). Fitohormonas en Flores. Conferencia de Fitohormonas. México D.F: FARMAGRO.

- Martínez, X. (1995). Horticultura: Revista de frutas, hortalizas, flores, plantas ornamentales y de viveros. Barcelona-España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Mesén, F. (1998). Enraizamiento de Estacas Juveniles de Especies Forestales. Turrialba Costa Rica: CATIE PROSEFOR.
- Miller, G. (1967). Propagación de Semillas Botánicas Forestales. Madrid-España.
- Ordoñez, L., Arbeláez, M., & Prada, I. (2004). Manejo de semillas Forestales nativas de la Sierra del Ecuador y Norte del Perú. Quito-Ecuador.
- Pantigoso, H. 2007 "Costos y presupuestos en construcción", Megabyte, primera edición. Peru.
- Polimeni, R. (1994). Contabilidad de Costos: Conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales. McGRAW-HILL.
- Porco, F., & Terrazas, J. (2009). Producción de Plantas en Viveros. Flores Flores Forestales, Frutales y Aromáticas. La Paz-Bolivia: Campo Iris S.R.L.
- Portilla, T. D. (2012). Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza. Tesis de pregrado, Ibarra.
- Potisek MC, González G, Valenzuela L, González JJ, Velásquez M (2010) Aplicación de biosólidos al suelo y su efecto sobre contenido de materia orgánica y nutrimentos.
- PRETELL C, J. (1985). Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra. Lima: Holanda.
- Ramírez, E., & Bustamante. (1981). Estudio botánico del aliso (*Alnus jorullensis* HBK), sistemas de propagación y su uso como especie protectora de suelos degradados. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas, Facultad de ingeniería Forestal., Loja.



- Ramos, J. 2007 "Costos y Presupuestos en edificación", CAPECO, Novena Edición. Perú.20p
- Retamales, J. (2007). Hormonas vegetales y reguladores de crecimiento: Aspectos básicos y modos de acción. Santiago-Chile: Valent BioSciences Universidad de Chile.
- Reyes, S. (2005). Plantas ornamentales. Cultivo, manejo, especie. Lima-Perú: Ripalme.
- Reynel. (2007). Árboles útiles del Ande peruano: una guía de identificación, ecología y propagación de las especies de la Sierra y los bosques montanos del Perú. Lima, Peru: Tarea Gráfica del Perú.
- SEDACUSCO. (s.f). Proyecto - Comercialización de Biosólidos PTAR - San Jerónimo. Cusco-Perú: SEDACUSCO.
- Soudre, M., Mesen, F., Del Castillo, D., & Guerra, H. (2008). Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas. Pucallpa-Perú: IIAP.
- Thimann, K. (1977). Hormone action in the whole life of plants. Massachusetts: Universidad de Massachusetts.
- Vargas, F. R. (2017). Propagación de Aliso (*Alnus acuminata*) a nivel de vivero, con el uso de sustratos en Vilcabamba Grau- Apurímac. Vilcabamba: Universidad Nacional Micaelas Bastidas de Apurímac.
- VIFINEX. (2002). Producción de Sustratos Para Viveros. Costa Rica.
- Zuluaga, J. A. (2007). Los biosólidos: ¿una solución o un problema? Artículo de revisión, Universidad Nacional Sede Medellín, Medellín - Colombia.

## ANEXOS

### Anexo 01: Cuadro ordenado de variables evaluadas

Se muestran promedios de las muestras evaluadas de los tratamientos

#### Número de brotes por estaca

NUMERO DE BROTES DE POR ESTACA DE ALISO									
TRATAMIENTO	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL	
BLOQUES	I	1.5000	1.4000	1.0000	1.2000	1.6000	1.2000	2.0000	9.9000
	II	1.6000	1.0000	1.2000	1.0000	1.6000	1.4000	2.2000	10.0000
	III	1.6000	1.6000	1.4000	1.0000	1.4000	1.4000	1.4000	9.8000
	IV	1.2000	1.4000	1.0000	1.6000	1.8000	1.8000	2.2000	11.0000
Suma		5.9000	5.4000	4.6000	4.8000	6.4000	5.8000	7.8000	40.7000
Promedio		1.4750	1.3500	1.1500	1.2000	1.6000	1.4500	1.9500	1.4536

#### Longitud de brote

LONGITUD DE BROTE POR ESTACA DE ALISO									
TRATAMIENTO	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL	
BLOQUES	I	8.7000	11.0000	5.3400	11.3600	9.1000	6.7800	13.6600	65.9400
	II	9.4200	10.2000	6.8800	11.0200	6.9800	14.9800	10.3000	69.7800
	III	6.2600	10.9160	7.5840	11.2400	9.8400	12.1080	11.4600	69.4080
	IV	9.0000	11.6400	9.4400	10.9200	10.0600	12.7400	11.5200	75.3200
Suma		33.3800	43.7560	29.2440	44.5400	35.9800	46.6080	46.9400	280.4480
Promedio		8.3450	10.9390	7.3110	11.1350	8.9950	11.6520	11.7350	10.0160

#### Número de hojas por brote

NUMERO DE HOJA POR BROTE POR ESTACA ALISO									
TRATAMIENTO	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL	
BLOQUES	I	4.000	3.000	4.000	4.000	3.000	3.000	3.000	24.0000
	II	4.000	3.000	3.000	4.000	3.000	4.000	3.000	24.0000
	III	3.000	3.000	4.000	5.000	4.000	4.000	3.000	26.0000
	IV	4.000	3.000	3.000	4.000	3.000	3.000	4.000	24.0000
Suma		15.0000	12.0000	14.0000	17.0000	13.0000	14.0000	13.0000	98.0000
Promedio		3.7500	3.0000	3.5000	4.2500	3.2500	3.5000	3.2500	3.5000

## Longitud de hoja

LONGITUD DE HOJA POR ESTACA								
TRATAMIENTO	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL
BLOQUES	I	24.1200	29.8400	27.6000	34.7800	23.7000	30.0800	194.7000
	II	30.2200	30.4600	28.4000	28.1200	29.9800	36.2000	214.0800
	III	30.1000	30.5200	30.0400	27.1800	24.4800	35.1500	205.8100
	IV	27.9600	31.9200	26.2400	22.9800	28.9600	31.2800	198.3400
Suma		112.4000	122.7400	112.2800	113.0600	107.1200	132.7100	812.9300
Promedio		28.1000	30.6850	28.0700	28.2650	26.7800	33.1775	29.0332

## Número de estacas en mortandad

NÚMERO DE ESTACA EN MORTANDAD POR TRATAMIENTO								
TRATAMIENTO	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL
BLOQUES	I	15	13	14	12	11	11	86.0000
	II	15	13	13	11	11	11	84.0000
	III	15	12	14	10	11	11	81.0000
	IV	15	15	14	10	11	10	84.0000
Suma		60.0000	53.0000	55.0000	43.0000	44.0000	43.0000	335.0000
Promedio		15.0000	13.2500	13.7500	10.7500	11.0000	10.7500	11.9643

## Número de raíces por estaca

NÚMERO DE RAÍCES POR ESTACA DE ALISO								
TRATAMIENTO	TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL
BLOQUES	I	3	3	4	4	3	4	27.0000
	II	3	2	4	4	4	4	27.0000
	III	3	4	3	5	2	5	28.0000
	IV	3	3	4	5	3	4	28.0000
Suma		12.0000	12.0000	15.0000	18.0000	12.0000	17.0000	110.0000
Promedio		3.0000	3.0000	3.7500	4.5000	3.0000	4.2500	3.9286

## Longitud de raíces

LONGITUD DE RAÍCES POR ESTACA DE ALISO									
TRATAMIENTO		TESTIGO	2:1:0.5/ RAPID ROOT	2:1:0.5/ ROOT HOR	2:1:0.5/ RAIMAZTER	2:1:1/ RAPID ROOT	2:1:1/ ROOT HOR	2:1:1/ RAIMAZTER	TOTAL
BLOQUES	I	3.48	3.42	4.64	6	3.56	4.54	6.8	32.4400
	II	2.04	2.76	5.02	5.3	4.36	5.92	6.7	32.1000
	III	2.58	4.3	3.26	4.8	2.16	5.1	6.92	29.1200
	IV	2.78	3.72	5.1	5.52	3.82	5.26	6.62	32.8200
<b>Suma</b>		10.8800	14.2000	18.0200	21.6200	13.9000	20.8200	27.0400	126.4800
<b>Promedio</b>		2.7200	3.5500	4.5050	5.4050	3.4750	5.2050	6.7600	4.5171

## Anexo 02: Cuadro de costos de producción y análisis de costos

Costos producidos por tratamientos para la producción de 1400 plantas de Aliso (Área 152 m<sup>2</sup>) 4 meses de producción. Precio referido al año 2019-2020.

### TRATAMIENTO (TESTIGO)

#### TRATAMIENTO (T): T (3:1) = TIERRA AGRICOLA + ARENA DE RIO

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio total (s/.)
<b>I. Costos Directos</b>				
<b>1. Materiales</b>				<b>642</b>
1.1. Bolsas de polietileno 5*7	MILLAR	1.5	30	45
1.2 Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor	Und	12	10	120
1.3 Alambre galvanizado	Kg	2	10	20
1.4 Clavos de 3'	Kg	1	7	7
1.5 Grapas	Kg	1	10	10
1.6 Malla rashell de 80%	M	55	8	440
<b>2. Insumos</b>				<b>584</b>
2.1. Semilla vegetativa (estacas de aliso)	ciento	16	25	400
2.2. Tierra agrícola	M3	1.125	40	45
2.3. Arena	M3	0.375	120	45
2.4. Desinfectante de sustrato – (pentacloruro)	unid	1	65	65
2.5 Sanix	kg	1	29	29
<b>3. Mano de obra no calificado</b>				
<b>3.1 Preparación del vivero</b>				<b>200</b>
3.1.1. Construcción de infraestructura	Jornal	2	40	80
3.1.2. Apertura de camas	jornal	1	40	40
3.1.3 Zarandeo de sustrato y mezclado	jornal	1	40	40
3.1.4 Embolsado	jornal	1	40	40
<b>3.2. Manejo del Vivero</b>				<b>100</b>
3.2.1 Instalación de estacas	jornal	1	40	40
3.2.2. Riego	jornal	0.5	40	20
3.2.3. Deshierbe 1	jornal	0.5	40	20
3.2.4. Deshierbe 2	jornal	0.5	40	20
<b>Total, de Costos directos</b>				<b>1526</b>
<b>Total, de Costos indirectos</b>				<b>118.308</b>
Costos administrativos (3%)	Global			45.78
Costos financieros (1.2% x mes) 4 meses		18.132	4	72.528
<b>Total</b>				<b>1644.308</b>

<b>ANALISIS DE COSTOS</b>	
Producción total de plantas de aliso (UND)	1400
Precio de plantas de aliso (S./)/UND	2
Número de campañas al año 1	1
Duración de la producción (MESES)	4
Costo total producción (S/.)	2800.00
Utilidad neta (S/.)	1155.69
Índice de rentabilidad (%)	41.27

## TRATAMIENTO (A1B1)

A1 (2:1:0.5) = TIERRA AGRÍCOLA – BIOSÓLIDO - ARENA DE RIO

B1 = RAPID ROOT

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S./)	Precio total (s./)
<b>I. Costos Directos</b>				
<b>1. Materiales</b>				<b>642</b>
1.1. Bolsas de polietileno 5*7	MILLAR	1.5	30	45
1.2. Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor	Und	12	10	120
1.3 Alambre galvanizado	Kg	2	10	20
1.4 Clavos de 3'	Kg	1	7	7
1.5 Grapas	Kg	1	10	10
1.6 Malla rashell de 80%	M	55	8	440
<b>2. Insumos</b>				<b>841.5</b>
2.1. Semilla vegetativa (estacas de aliso)	ciento	16	25	400
2.2. Tierra agrícola	M3	1.125	40	45
2.3. Arena	M3	0.375	120	45
2.4. Biosólido	Sacos	8	26	208
2.5. Desinfectante de sustrato – (pentacloruro)	unid	1	65	65
2.6. ENRAIZADOR (RAPID ROOT)	kg	0.45	110	49.5
2.7. Sanix	kg	1	29	29
<b>3. Mano de obra no calificado</b>				
<b>3.1 Preparación del vivero</b>				<b>200</b>
3.1.1. Construcción de infraestructura	Jornal	2	40	80
3.1.2. Apertura de camas	jornal	1	40	40
3.1.3. Zarandeo de sustrato y mezclado	jornal	1	40	40
3.1.4. Embolsado	jornal	1	40	40
<b>3.2. Manejo del Vivero</b>				<b>100</b>
3.2.1. Instalación de estacas	jornal	1	40	40
3.2.2. Riego	jornal	0.5	40	20
3.2.3. Deshierbe 1	jornal	0.5	40	20
3.2.4. Deshierbe 2	jornal	0.5	40	20
<b>Total, de Costos directos</b>				<b>1783.5</b>
<b>Total, de Costos indirectos</b>				<b>139.113</b>
Costos administrativos (3%)	Global			53.505
Costos financieros (1.2% x mes) 4 meses		21.402	4	85.608
<b>Total</b>				<b>1922.613</b>

<b>ANALISIS DE COSTOS</b>	
Producción total de plantas de aliso (UND)	1400
Precio de plantas de aliso (S./)/UND	2
Número de campañas al año 1	1
Duración de la producción (MESES)	4
Costo total producción (S/.)	2800.00
Utilidad neta (S/.)	877.39
Índice de rentabilidad (%)	31.34



**TRATAMIENTO (A1B2)**

A1 (2:1:0.5) = TIERRA AGRÍCOLA – BIOSÓLIDO - ARENA DE RIO

B2: RAIZMASTER

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio total (s/.)
<b>I. Costos Directos</b>				
<b>1. Materiales</b>				<b>642</b>
1.1. Bolsas de polietileno 5*7	MILLAR	1.5	30	45
1.2 Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor	Und	12	10	120
1.3 Alambre galvanizado	Kg	2	10	20
1.4 Clavos de 3'	Kg	1	7	7
1.5 Grapas	Kg	1	10	10
1.6 Malla rashell de 80%	M	55	8	440
<b>2. Insumos</b>				<b>912</b>
2.1. Semilla vegetativa (estacas de aliso)	ciento	16	25	400
2.2. Tierra agrícola	M3	1.125	40	45
2.3. Arena	M3	0.375	120	45
2.4. Biosólido	Sacos	8	26	208
2.5. Desinfectante de sustrato – (pentacloruro)	unid	1	65	65
2.6. ENRAIZADOR (RAIZMASTER)	Litro	1	120	120
2.7. Sanix	kg	1	29	29
<b>3. Mano de obra no calificado</b>				
<b>3.1 Preparación del vivero</b>				<b>200</b>
3.1.1. Construcción de infraestructura	Jornal	2	40	80
3.1.2. Apertura de camas	jornal	1	40	40
3.1.3 Zarandeo de sustrato y mezclado	jornal	1	40	40
3.1.4 Embolsado	jornal	1	40	40
<b>3.2. Manejo del Vivero</b>				<b>100</b>
3.2.1 Instalación de estacas	jornal	1	40	40
3.2.2. Riego	jornal	0.5	40	20
3.2.3. Deshierbe 1	jornal	0.5	40	20
3.2.4. Deshierbe 2	jornal	0.5	40	20
<b>Total, de Costos directos</b>				<b>1854</b>
<b>Total, de Costos indirectos</b>				<b>144.612</b>
Costos administrativos (3%)	Global			55.62
Costos financieros (1.2% x mes) 4 meses		22.248	4	88.992
<b>Total</b>				<b>1998.612</b>

<b>ANALISIS DE COSTOS</b>	
Producción total de plantas de aliso (UND)	1400
Precio de plantas de aliso (S./)/UND	2
Número de campañas al año 1	1
Duración de la producción (MESES)	4
Costo total producción (S/.)	2800.00
Utilidad neta (S/.)	801.39
Índice de rentabilidad (%)	28.62

**TRATAMIENTO (A1B3)**

A1 (2:1:0.5) = TIERRA AGRÍCOLA – BIOSÓLIDO - ARENA DE RIO

B3: ROOT HOR

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio total (s/.)
<b>I. Costos Directos</b>				
<b>1. Materiales</b>				<b>642</b>
1.1. Bolsas de polietileno 5*7	MILLAR	1.5	30	45
1.2 Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor	Und	12	10	120
1.3 Alambre galvanizado	Kg	2	10	20
1.4 Clavos de 3'	Kg	1	7	7
1.5 Grapas	Kg	1	10	10
1.6 Malla rashell de 80%	M	55	8	440
<b>2. Insumos</b>				<b>882</b>
2.1. Semilla vegetativa (estacas de aliso)	ciento	16	25	400
2.2. Tierra agrícola	M3	1.125	40	45
2.3. Arena	M3	0.375	120	45
2.4. Biosólido	Sacos	8	26	208
2.5. Desinfectante de sustrato – (pentacloruro)	unid	1	65	65
2.6. ENRAIZADOR (ROOT HOR)	Litro	1	90	90
2.7. Sanix	kg	1	29	29
<b>3. Mano de obra no calificado</b>				
<b>3.1 Preparación del vivero</b>				<b>200</b>
3.1.1. Construcción de infraestructura	Jornal	2	40	80
3.1.2. Apertura de camas	jornal	1	40	40
3.1.3 Zarandeo de sustrato y mezclado	jornal	1	40	40
3.1.4 Embolsado	jornal	1	40	40
<b>3.2. Manejo del Vivero</b>				<b>100</b>
3.2.1 Instalación de estacas	jornal	1	40	40
3.2.2. Riego	jornal	0.5	40	20
3.2.3. Deshierbe 1	jornal	0.5	40	20
3.2.4. Deshierbe 2	jornal	0.5	40	20
<b>Total, de Costos directos</b>				<b>1824</b>
<b>Total, de Costos indirectos</b>				<b>142.272</b>
Costos administrativos (3%)	Global			54.72
Costos financieros (1.2% x mes) 4 meses		21.888	4	87.552
<b>Total</b>				<b>1966.272</b>

<b>ANALISIS DE COSTOS</b>	
Producción total de plantas de aliso (UND)	1400
Precio de plantas de aliso (S./)/UND	2
Número de campañas al año 1	1
Duración de la producción (MESES)	4
Costo total producción (S/.)	2800.00
Utilidad neta (S/.)	833.73
Índice de rentabilidad (%)	29.78

**TRATAMIENTO (A2B1)**A2 (2:1:1) = TIERRA AGRICOLA - TIERRA NEGRA - ARENA DE RIOB1 =RAPID ROOT

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio total (s/.)
<b>I. Costos Directos</b>				
<b>1. Materiales</b>				<b>642</b>
1.1. Bolsas de polietileno 5*7	MILLAR	1.5	30	45
1.2 Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor	Und	12	10	120
1.3 Alambre galvanizado	Kg	2	10	20
1.4 Clavos de 3'	Kg	1	7	7
1.5 Grapas	Kg	1	10	10
1.6 Malla rashell de 80%	M	55	8	440
<b>2. Insumos</b>				<b>663.5</b>
2.1. Semilla vegetativa (estacas de aliso)	ciento	16	25	400
2.2. Tierra agrícola	M3	0.75	40	30
2.3. Arena	M3	0.375	120	45
2.4. Tierra negra	M3	0.375	120	45
2.5. Desinfectante de sustrato – (pentacloruro)	unid	1	65	65
2.6. ENRAIZADOR (RAPID ROOT)	kg	0.45	110	49.5
2.7. Sanix	kg	1	29	29
<b>3. Mano de obra no calificado</b>				
<b>3.1 Preparación del vivero</b>				<b>200</b>
3.1.1. Construcción de infraestructura	Jornal	2	40	80
3.1.2. Apertura de camas	jornal	1	40	40
3.1.3 Zarandeo de sustrato y mezclado	jornal	1	40	40
3.1.4 Embolsado	jornal	1	40	40
<b>3.2. Manejo del Vivero</b>				<b>100</b>
3.2.1 Instalación de estacas	jornal	1	40	40
3.2.2. Riego	jornal	0.5	40	20
3.2.3. Deshierbe 1	jornal	0.5	40	20
3.2.4. Deshierbe 2	jornal	0.5	40	20
<b>Total, de Costos directos</b>				<b>1605.5</b>
<b>Total, de Costos indirectos</b>				<b>125.229</b>
Costos administrativos (3%)	Global			48.165
Costos financieros (1.2% x mes) 4 meses		19.266	4	77.064
<b>Total</b>				<b>1730.729</b>

<b>ANALISIS DE COSTOS</b>	
Producción total de plantas de aliso (UND)	1400
Precio de plantas de aliso (S./)/UND	2
Número de campañas al año 1	1
Duración de la producción (MESES)	4
Costo total producción (S/.)	2800.00
Utilidad neta (S/.)	1069.27
Índice de rentabilidad (%)	38.19

**TRATAMIENTO (A2B2)**

A2 (2:1:1) = TIERRA AGRICOLA - TIERRA NEGRA - ARENA DE RIO

B2 =RAIZMASTER

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio total (s/.)
<b>I. Costos Directos</b>				
<b>1. Materiales</b>				<b>642</b>
1.1. Bolsas de polietileno 5*7	MILLAR	1.5	30	45
1.2 Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor	Und	12	10	120
1.3 Alambre galvanizado	Kg	2	10	20
1.4 Clavos de 3'	Kg	1	7	7
1.5 Grapas	Kg	1	10	10
1.6 Malla rashell de 80%	M	55	8	440
<b>2. Insumos</b>				<b>734</b>
2.1. Semilla vegetativa (estacas de aliso)	ciento	16	25	400
2.2. Tierra agrícola	M3	0.75	40	30
2.3. Arena	M3	0.375	120	45
2.4. Tierra negra	M3	0.375	120	45
2.5. Desinfectante de sustrato – (pentacloruro)	unid	1	65	65
2.6. ENRAIZADOR (RAIZMASTER)	Litros	1	120	120
2.7. Sanix	kg	1	29	29
<b>3. Mano de obra no calificado</b>				
<b>3.1 Preparación del vivero</b>				<b>200</b>
3.1.1. Construcción de infraestructura	Jornal	2	40	80
3.1.2. Apertura de camas	jornal	1	40	40
3.1.3 Zarandeo de sustrato y mezclado	jornal	1	40	40
3.1.4 Embolsado	jornal	1	40	40
<b>3.2. Manejo del Vivero</b>				<b>100</b>
3.2.1 Instalación de estacas	jornal	1	40	40
3.2.2. Riego	jornal	0.5	40	20
3.2.3. Deshierbe 1	jornal	0.5	40	20
3.2.4. Deshierbe 2	jornal	0.5	40	20
<b>Total, de Costos directos</b>				<b>1676</b>
<b>Total, de Costos indirectos</b>				<b>130.728</b>
Costos administrativos (3%)	Global			50.28
Costos financieros (1.2% x mes) 4 meses		20.112	4	80.448
<b>Total</b>				<b>1806.728</b>

<b>ANALISIS DE COSTOS</b>	
Producción total de plantas de aliso (UND)	1400
Precio de plantas de aliso (S./)UND	2
Número de campañas al año 1	1
Duración de la producción (MESES)	4
Costo total producción (S/.)	2800.00
Utilidad neta (S/.)	993.27
Índice de rentabilidad (%)	35.47



**TRATAMIENTO (A2B3)**

A2 (2:1:1) = TIERRA AGRICOLA - TIERRA NEGRA - ARENA DE RIO

B1 =ROOTHOR

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio total (s/.)
<b>I. Costos Directos</b>				
<b>1. Materiales</b>				<b>642</b>
1.1. Bolsas de polietileno 5*7	MILLAR	1.5	30	45
1.2 Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor	Und	12	10	120
1.3 Alambre galvanizado	Kg	2	10	20
1.4 Clavos de 3'	Kg	1	7	7
1.5 Grapas	Kg	1	10	10
1.6 Malla rashell de 80%	M	55	8	440
<b>2. Insumos</b>				<b>704</b>
2.1. Semilla vegetativa (estacas de aliso)	ciento	16	25	400
2.2. Tierra agrícola	M3	0.75	40	30
2.3. Arena	M3	0.375	120	45
2.4. Tierra negra	M3	0.375	120	45
2.5. Desinfectante de sustrato – (pentacloruro)	unid	1	65	65
2.6. ENRAIZADOR (ROOTHOR)	Litros	1	90	90
2.7. Sanix	kg	1	29	29
<b>3. Mano de obra no calificado</b>				
<b>3.1 Preparación del vivero</b>				<b>200</b>
3.1.1. Construcción de infraestructura	Jornal	2	40	80
3.1.2. Apertura de camas	jornal	1	40	40
3.1.3 Zarandeo de sustrato y mezclado	jornal	1	40	40
3.1.4 Embolsado	jornal	1	40	40
<b>3.2. Manejo del Vivero</b>				<b>100</b>
3.2.1 Instalación de estacas	jornal	1	40	40
3.2.2. Riego	jornal	0.5	40	20
3.2.3. Deshierbe 1	jornal	0.5	40	20
3.2.4. Deshierbe 2	jornal	0.5	40	20
<b>Total, de Costos directos</b>				<b>1646</b>
<b>Total, de Costos indirectos</b>				<b>128.388</b>
Costos administrativos (3%)	Global			49.38
Costos financieros (1.2% x mes) 4 meses		19.752	4	79.008
<b>Total</b>				<b>1774.388</b>

<b>ANALISIS DE COSTOS</b>	
Producción total de plantas de aliso (UND)	1400
Precio de plantas de aliso (S./)/UND	2
Número de campañas al año 1	1
Duración de la producción (MESES)	4
Costo total producción (S/.)	2800.00
Utilidad neta (S/.)	1025.61
Índice de rentabilidad (%)	36.63

### Anexo 03: Panel fotográfico

Fotografía 01: Preparación de camas de repique



Fotografía 02: Preparación de camas de repique



Fotografía 03: Preparación de sustratos



Fotografía 04: Colocación de bolsas en camas de repique



Fotografía 05: Obtención de semilla vegetativa (estacas de Aliso)



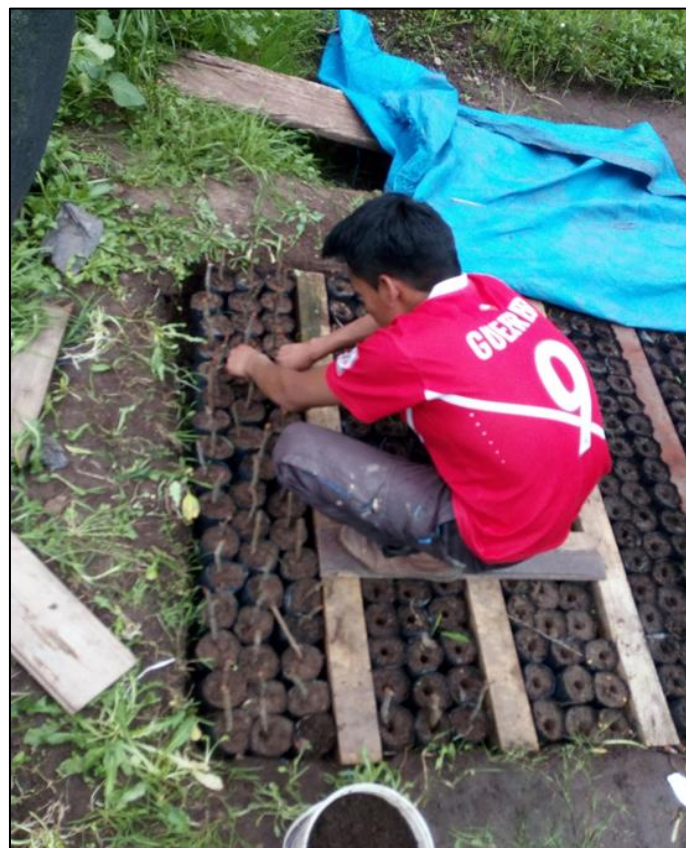
Fotografía 06: Preparación de estacas de Aliso



Fotografía 07: Protección de estacas con cicatrizante Sanix



Fotografía 08: Repique de estacas de Aliso



Fotografía 09: Aplicación de producto enraizador



Fotografía 10: Protección de estacas con cicatrizante Sanix



Fotografía 11: Disposición de tratamientos en vivero

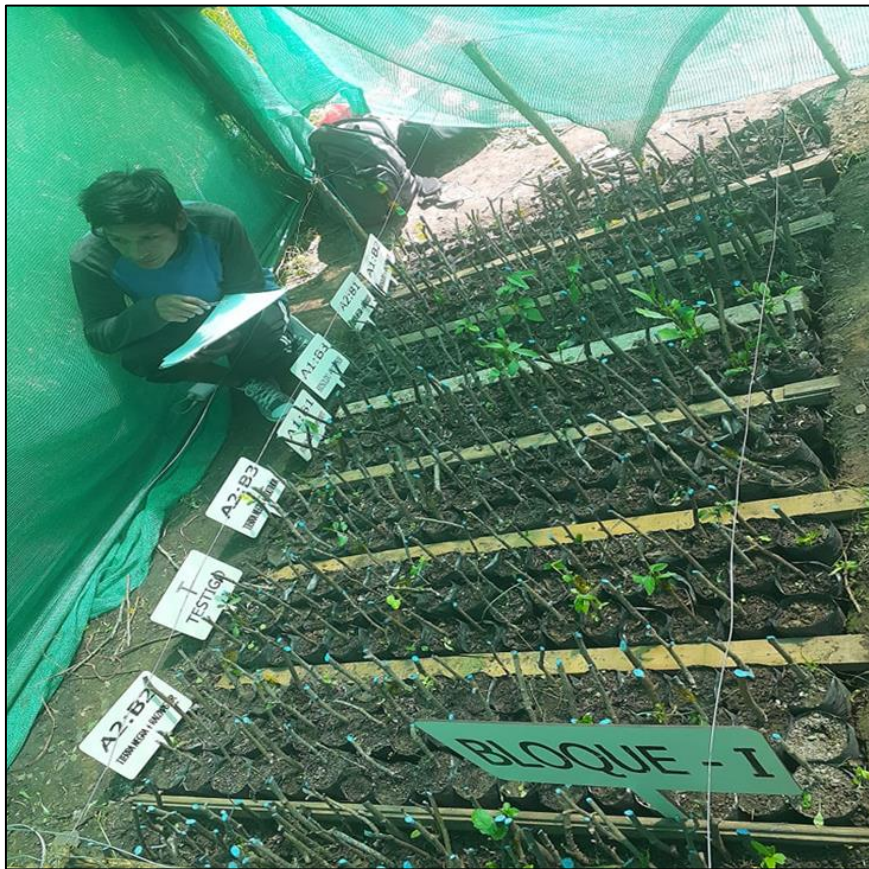


Fotografía 12: Brotación de estacas en los diferentes tratamientos





Fotografía 13: Evaluaciones de variables



Fotografía 14: Evaluación de longitud de brote



Fotografía 15: Evaluación de longitud de brote



Fotografía 16: Evaluación de longitud de raíz



Fotografía 17: Evaluación de longitud de raíz

