

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



TESIS

**APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS Y ENRAIZADORES COMERCIALES EN LA
PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE SAUCO (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli)
BAJO CONDICIONES DE K'AYRA, SAN JERÓNIMO – CUSCO**

Presentado por:

Br. LIDIA ROCIO CORONEL QUISPE

**Para optar al Título Profesional de INGENIERO
AGRÓNOMO**

ASESOR:

Dr. RICARDO GONZALES QUISPE

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

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

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada:.....

Aplicación de biofertilizantes y enmiendas conservantes en la propagación vegetativa de caca (Santaluces peruviana (Kunt) R. Balli) bajo condiciones de Kayra, San Jerónimo - Cusco.

presentado por: *Lidia Rocío Coronel Quispe* con DNI Nro.: *70413394*..... 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. | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Del 11 al 30 % | Devolver al usuario para las correcciones. | <input type="checkbox"/> |
| 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. | <input type="checkbox"/> |

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, *4* de *Julio*..... de 20*24*.....

[Firma]
.....
Firma

Post firma..... *Rocío Coronel Quispe*.....

Nro. de DNI..... *23902789*.....

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:** *27259:364539611*

NOMBRE DEL TRABAJO

**APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS Y ENRAIZAS
COMERCIALES EN LA PROPAGACIÓN
VEGETATIVA DE SAUCO (Sambucus**

AUTOR

LIDIA ROCÍO CORONEL QUISPE

RECUENTO DE PALABRAS

24083 Words

RECUENTO DE CARACTERES

125937 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

128 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

18.4MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 4, 2024 7:39 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 4, 2024 7:41 PM GMT-5

● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 50 palabras)

CONTENIDO

| | |
|---|------|
| ÍNDICE DE CUADROS | iv |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | vii |
| DEDICATORIA..... | viii |
| AGRADECIMIENTOS..... | ix |
| RESUMEN..... | x |
| ABSTRAC..... | xii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| I. EL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN..... | 2 |
| 1.1. Identificación del problema de investigación..... | 2 |
| 1.2. Formulación del Problema | 2 |
| 1.2.1. Problema General | 2 |
| 1.2.2. Problemas Específicos..... | 3 |
| II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN | 4 |
| 2.1. Objetivos..... | 4 |
| 2.1.1. Objetivo General | 4 |
| 2.1.2. Objetivos Específicos | 4 |
| 2.2. Justificación..... | 5 |
| III. HIPÓTESIS | 7 |
| 3.1. Hipótesis General | 7 |
| 3.2. Hipótesis Específica | 7 |
| IV. MARCO TEÓRICO..... | 8 |
| 4.1. Antecedentes de investigación SAUCO..... | 8 |
| 4.2. Bases teóricas | 8 |
| 4.2.1. Historia | 8 |
| 4.2.2. Taxonomía..... | 9 |
| 4.2.3. Características morfológicas | 10 |
| 4.2.4. Fenología del Sauco | 11 |
| 4.2.5. Componente nutricional y composición química | 11 |
| 4.2.6. Composición Química. | 12 |
| 4.2.7. Usos | 12 |
| 4.2.8. Requerimiento agroecológico..... | 13 |
| 4.2.9. Propagación | 13 |
| 4.2.10. Clon | 17 |
| 4.2.11. Callo | 17 |
| 4.2.12. Factores que afectan la regeneración de las plantas por estaca..... | 18 |
| 4.2.13. Biosólido..... | 19 |
| 4.2.14. Clasificación de los biosólidos | 23 |

| | |
|--|----|
| 4.2.15. Aplicación de biosólidos al suelo | 24 |
| 4.2.19. Fitohormonas | 26 |
| 4.2.20. Sustratos | 31 |
| 4.2.21. Costos de producción | 34 |
| V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN | 36 |
| 5.1. Tipo de Investigación: Experimental..... | 36 |
| 5.2. Ubicación Espacial | 36 |
| 5.2.1. Ubicación Política. | 36 |
| 5.2.2. Ubicación Geográfica..... | 36 |
| 5.2.3. Ubicación Hidrográfica | 36 |
| 5.2.4. Ubicación Ecológica..... | 37 |
| 5.3. Ubicación Temporal | 37 |
| 5.4. Materiales y Métodos | 38 |
| 5.4.1. Materiales | 38 |
| 5.4.2. Metodología..... | 39 |
| 5.5. Actividades en la ejecución de la investigación | 42 |
| 5.5.1. Identificación de material vegetativo | 42 |
| 5.5.2. Recolección y preparación del material vegetativo..... | 42 |
| 5.5.3. Preparación de sustrato..... | 42 |
| 5.5.4. Desinfección del sustrato..... | 43 |
| 5.5.5. Embolsado de sustrato..... | 44 |
| 5.5.6. Preparación de enraizadores..... | 44 |
| 5.5.7. Instalación del experimento..... | 46 |
| 5.5.8. Protección..... | 46 |
| 5.5.9. Riego..... | 46 |
| 5.5.10. Evaluaciones..... | 47 |
| 5.6. Procesamiento de la información | 49 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 50 |
| 6.1. Características agrobotánicas de las estacas de Sauco | 50 |
| 6.1.1. Número de brotes por estacas de Sauco | 50 |
| 6.1.2. Longitud de brotamiento de estacas de Sauco..... | 52 |
| 6.1.3. Número de hojas por brotes de estacas de Sauco | 56 |
| 6.1.4. Longitud de hoja de estacas de Sauco | 58 |
| 6.2. Mortandad y enraizamiento de las estacas de Sauco..... | 61 |
| 6.2.1. Número de estacas en mortalidad global de Sauco | 61 |
| 6.2.2. Número de raíces fasciculadas por estaca de Sauco..... | 64 |
| 6.2.3. Longitud media de raíces de estacas de Sauco | 67 |
| 6.3. Mortandad y daño por baja temperatura en estacas de Sauco | 70 |
| 6.3.1. Número de estacas muertas de Sauco por baja temperatura..... | 70 |
| 6.3.2. Porcentaje de daño en Sauco por baja temperatura | 72 |
| 6.4. Costo de producción | 75 |
| 6.5. Discusión | 77 |

| | |
|--|----|
| 6.5.1. Características agrobotánicas de las estacas de Sauco | 77 |
| 6.5.2. Mortandad y enraizamiento de las estacas de Sauco | 78 |
| 6.5.3. Mortandad y daño por baja temperatura en estacas de Sauco | 80 |
| VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS..... | 81 |
| 7.1. Conclusiones..... | 81 |
| 7.2. Sugerencias..... | 83 |
| VIII. BIBLIOGRAFÍA | 84 |
| ANEXOS | 89 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|-----|
| Cuadro 01: Tratamientos en estudio | 400 |
| Cuadro 02: Valores ordenados del número de brotes por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 500 |
| Cuadro 03: Análisis de varianza del número de brotes por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 51 |
| Cuadro 04: Comparaciones de medias Tukey del número de brotes por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 52 |
| Cuadro 05: Valores ordenados de la longitud de brotamiento de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 53 |
| Cuadro 06: Análisis de varianza de la longitud de brotamiento de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 54 |
| Cuadro 07: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de brotamiento de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 55 |
| Cuadro 08: Valores ordenados del número de hojas por brote de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 56 |
| Cuadro 09: Análisis de varianza del número de hojas por brote de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 57 |
| Cuadro 10: Comparaciones de medias Tukey del número de hojas por brote de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 57 |
| Cuadro 11: Valores ordenados de la longitud de hoja de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 59 |
| Cuadro 12: Análisis de varianza de la longitud de hoja de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 59 |

| | |
|---|------|
| Cuadro 13: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de hoja de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 600 |
| Cuadro 14: Valores ordenados del número de estacas en mortandad de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 62 |
| Cuadro 15: Análisis de varianza del número de estacas en mortandad de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 62 |
| Cuadro 16: Comparaciones de medias Tukey del número de estacas en mortandad de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 63 |
| Cuadro 17: Valores ordenados del número de raíces por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 65 |
| Cuadro 18: Análisis de varianza del número de raíces por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 65 |
| Cuadro 19: Comparaciones de medias Tukey del número de raíces por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 66 |
| Cuadro 20: Valores ordenados de la longitud media de raíces de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 67 |
| Cuadro 21: Análisis de varianza de la longitud media de raíces de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 68 |
| Cuadro 22: Comparaciones de medias Tukey de la longitud media de raíces de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 69 |
| Cuadro 23: Valores ordenados del número de estacas muertas por baja teemperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 70 |
| Cuadro 24: Análisis de varianza del número de estacas muertas por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 7171 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 25: Comparaciones de medias Tukey del número de estacas muertas por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 72 |
| Cuadro 26: Valores ordenados del porcentaje de daño por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 73 |
| Cuadro 27: Análisis de varianza del porcentaje de daño por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 74 |
| Cuadro 28: Porcentaje de medias Tukey del porcentaje de daño por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 74 |
| Cuadro 29: Costo de producción de 1400 plantas de Sauco utilizando diferentes biosólidos y enraizadores | 76 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 01: Ubicación del lugar experimental | 37 |
| Gráfico 02: Disposición de unidades experimentales..... | 41 |
| Gráfico 03: Comparaciones de medias Tukey del número de brotes por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 52 |
| Gráfico 04: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de brotamiento de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 55 |
| Gráfico 05: Comparaciones de medias Tukey del número de hojas por brote de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 58 |
| Gráfico 06: Comparaciones de medias Tukey de la longitud de hoja de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 61 |
| Gráfico 07: Comparaciones de medias Tukey del número de estacas en mortandad de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 64 |
| Gráfico 08: Comparaciones de medias Tukey del número de raíces por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores | 67 |
| Gráfico 09: Comparaciones de medias Tukey de la longitud media de raíces de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 69 |
| Gráfico 10: Comparaciones de medias Tukey del número de estacas muertas por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 72 |
| Gráfico 11: Porcentaje de medias Tukey del porcentaje de daño por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores..... | 75 |

DEDICATORIA

Por sobre todas las cosas a Dios, por haberme dado padres ejemplares, que me enseñaron la fortaleza de seguir adelante.

A mis padres Florencio y Juana, por confiar en mí y apoyarme siempre en cada paso que doy estando pendiente en la ejecución y conclusión de este trabajo.

A mis queridos hermanos y cuñadas, Walter, Cosme (Q.E.P.D.), Diana y Sabina, por estar siempre a mi lado en los momentos más adversos de mi vida dándome fortaleza y apoyo incondicional para seguir adelante.

A mis sobrinos(as): Lizzie, Judith, Maycol, Jesus, Gabriel, Ariana, que han confiado en mí.

A mis tíos: Brígida, Julio Cesar, Ezequiel, Flora, por su apoyo incondicional en mi niñez y guiarme por el buen camino siempre.

A mis primos(as): Rubén, Eduviges, Sheyla, Roxana, Aurelio, Carolina.

A mis amigos(as): Lucy, Edy, Benjamín, Carlos, Juan Adolfo.

LA AUTORA

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater “Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco”, por abrirme las puertas y proporcionarme el conocimiento necesario y poder ser un gran profesional dispuesto a servir a la sociedad.

A la Facultad de Agronomía y Zootecnia y la Escuela profesional de “Agronomía”, por haberme cobijado durante 5 años, llevándome de conocimiento Técnico Científico y Práctico para poderme desarrollar como un gran profesional en la vida.

Al Dr. Ricardo Gonzales Quispe, docente de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNSAAC, por el asesoramiento y orientación técnica dedicada durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al Centro de Investigación de Sistemas Agroforestales (CISAF), por brindarme sus instalaciones y materiales para realizar el trabajo de investigación.

A todos mis docentes de la UNSAAC que día a día con sus consejos y enseñanzas me han permitido progresar en el campo del conocimiento, desarrollo personal y profesional de mi vida.

LA AUTORA

RESUMEN

La investigación titulada “Aplicación de biosólidos y enraizadores comerciales en la propagación vegetativa de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) bajo condiciones de K’ayra, San Jerónimo – Cusco”, tuvo como finalidad, evaluar el efecto de la aplicación de biosólidos y enraizadores comerciales en la propagación por estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) bajo condiciones del centro agronómico K’ayra, San Jerónimo – Cusco.

Para ello, se realizó la instalación de un experimento en el vivero forestal de CISAF del Centro Agronómico K’ayra de la Facultad de Ciencias Agrarias del Distrito de San Jerónimo, Provincia y Región Cusco, disponiendo un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) de naturaleza multifactorial, considerando como factores dos tipos de sustrato: Tierra Agrícola (57%), Biosólido (28%), Arena de río (15%), y Tierra agrícola (50%), Tierra negra (25%), Arena de río (25%), y tres tipos de enraizador (Rapit Root, Root Hor y Raimazter) con una cantidad total de 06 tratamientos más 01 tratamiento testigo y 04 repeticiones, bajo una cantidad total de 28 unidades experimentales.

Respecto a los principales resultados obtenidos, en cuanto a las características agrobotánicas de las estacas de Sauco, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Raizmartn obtuvo el mayor número de brotes por estaca, con un promedio de 1.55 brotes por estaca; el tratamiento Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo la mayor longitud de brote con un promedio de 9.81 mm; así mismo el tratamiento compuesto por Tierra agrícola, Biosólido y Arena y el enraizador Rapiroot obtuvo un promedio de 4.80 hojas; el tratamiento compuesto por Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo la mayor longitud de hoja, con un promedio de 11.545 cm. En cuanto a mortandad y enraizamiento de las estacas de Sauco, el

tratamiento Tierra agrícola, Tierra negra y Arena en presencia del enraizador Raizmarter obtuvo un promedio de 17.25 estacas muertas al igual que el tratamiento Tierra agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Rapiroot obtuvo un promedio de 12.25; el tratamiento Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo la mayor cantidad de raíces con un promedio de 2.45 raíces por estaca, siendo así mismo el tratamiento compuesto por Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor que registro la mayor longitud de raíz, con un valor promedio de 10.47 cm.

Respecto a la mortandad y daño por baja temperatura en estacas de Sauco, el tratamiento Tierra agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Raizmarter obtuvo la menor mortandad por helada, con un valor promedio de 12.25 estacas muertas; así mismo el tratamiento Tierra agrícola, Biosólido, Arena con el enraizador Raizmartn obtuvo el menor porcentaje de daño con un promedio de 23.75%. Referente al análisis económico el mayor costo incurrido en la propagación de Sauco, fue utilizando los tratamientos compuesto por Tierra agrícola – Biosólido – Arena y enraizador Root Hor, así como también en el sustrato Tierra agrícola – Biosólido – Arena utilizando el enraizador Raimazter, con un valor de S/. 2049.60.

Palabras clave:

Biosólido, Enraizador, Propagación.

ABSTRAC

The research entitled "Application of biosolids and commercial rooting agents in the vegetative propagation of elderberry (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) under conditions of K'ayra, San Jerónimo - Cusco", had the purpose of evaluating the effect of the application of biosolids and commercial rooting agents in the propagation by cuttings of elderberry (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) under conditions of the K'ayra agronomic center, San Jerónimo – Cusco.

For this, an experiment was installed in the CISAF forest nursery of the K'ayra Agronomic Center of the Faculty of Agrarian Sciences of the District of San Jerónimo, Province and Region of Cusco, using a completely randomized block experimental design (DBCA).) of a multifactorial nature, considering two types of substrate as factors: Agricultural Land (57%), Biosolid (28%), River Sand (15%), and Agricultural Land (50%), Black Earth (25%), Sand of river (25%), and three types of rooting agent (Rapit Root, Root Hor and Raimazter) with a total amount of 06 treatments plus 01 control treatment and 04 repetitions, for a total amount of 28 experimental units.

Regarding the main results obtained, in terms of the agrobotanical characteristics of the Sauco cuttings, the treatment composed of the substrates Agricultural soil, Black soil and Sand and the Raizmartn rooter obtained the highest number of shoots per cutting, with an average of 1.55 shoots by cutting; The agricultural soil, black soil and sand treatment and the Root Hor rooting agent obtained the longest shoot length with an average of 9.81 mm; Likewise, the treatment composed of Agricultural Soil, Biosolid and Sand and the Rapiroot rooting agent obtained an average of 4.80 leaves; The treatment composed of Agricultural Soil, Black Soil and Sand and the Root Hor rooting agent obtained the greatest leaf length, with an average of 11,545 cm. Regarding mortality and rooting of the Sauco cuttings, the treatment Agricultural soil, Black soil and Sand in the presence of the Raizmarter rooting

agent obtained an average of 17.25 dead cuttings, as did the treatment Agricultural soil, Biosolid and Sand with the Rapiroort rooting agent obtained an average of 17.25 dead cuttings. average of 12.25; The treatment Agricultural Soil, Black Soil and Sand and the Root Hor rooting agent obtained the greatest number of roots with an average of 2.45 roots per cutting, while the treatment composed of Agricultural Soil, Black Soil and Sand and the Root Hor rooting agent registered the longest root length, with an average value of 10.47 cm.

Regarding mortality and damage due to low temperature in Sauco cuttings, the treatment Agricultural Land, Biosolid and Sand with the Raizmarter rooting agent obtained the lowest mortality due to frost, with an average value of 12.25 dead cuttings; Likewise, the treatment Agricultural soil, Biosolid, Sand with the Raizmartn rooting agent obtained the lowest percentage of damage with an average of 23.75%. Regarding the economic analysis, the highest cost incurred in the propagation of Sauco was using the treatments composed of Agricultural soil – Biosolid – Sand and Root Hor rooting agent, as well as in the substrate Agricultural soil – Biosolid – Sand using the Raimazter rooting agent, with a value of S/. 2049.60.

Keywords:

Biosolid, Rooting, Propagation.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en los diversos pisos ecológicos de los andes del Perú se desarrollan grandes cantidades de especies alimenticias que desconocen del abonamiento con biosólidos. El sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.), es una de tantas especies vegetales que no son debidamente aprovechadas, debido a que los frutos son bastantes endebles al manipuleo como también es difícil en cuando a su propagación sexual, transporte y comercialización, generándose una pérdida económica y con ello se estaría desaprovechando esta especie. Ya que la propagación de esta especie de manera sexual es condicionada por las características de letargo que presentan las semillas, por lo que la propagación vegetativa resulta como la vía más factible, además de conservar la identidad genética como variedad vegetativa o clonal.

De aquí nace la necesidad de investigar la aplicación de nuevos sustratos que se encuentre disponibles en la región con ayuda de enraizadores, de los cuales se encuentra el lodo sanitario de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que son sólidos orgánicos sedimentables que pueden ser depositados en rellenos sanitarios o utilizados como fertilizantes en suelos forestales que presenten déficit de nutrientes, como soporte en las plantaciones, por la cual la aplicación de éstos abonos en la propagación vegetativa de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.). Nos permite una disminución considerable de costos en fertilizantes junto a la contribución de la materia orgánica que aumenta la capacidad de intercambio catiónico, mejora la capacidad de almacenamiento de agua y en los procesos biológicos al entregar los nutrientes necesarios en la materia orgánica, para el crecimiento de las plantas y la sustentabilidad de los microorganismos del suelo.

LA AUTORA

I. EL PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema de investigación

En la región del Cusco especialmente en valles interandinos existe plantaciones de sauco en riberas de ríos o como protección de cercos vivos de campos cultivos donde los frutos, tallos y hojas ocasionalmente son aprovechados por los comuneros y/o población aledaña. Muchas veces los pobladores tienden la necesidad de talar los saucos para ampliar su frontera agrícola dando como resultado la reducción de la población de saucos dando bajas tasas de prendimiento inicial en sauco (*Sambucus peruviana (Kunt) R. Bolli.*), **Tecnológicamente**, se presencia baja calidad de semilla vegetativa. **Socioeconómicamente**, poco interés en la especie por creencias mitológicas por lo cual se da la sustitución por cultivo exóticos como el eucalipto. **Ambiental**, alto requerimiento de agua.

Ante este problema, el presente trabajo de investigación se desarrolló con la finalidad de estudiar la propagación vegetativa del sauco mediante estacas con la aplicación diferentes sustratos, hormonas enraizadoras y en este caso utilizando los biosólidos que son obtenidos de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), que son procesados para así obtener un biosólido de tipo A, en conjuntos con todos ellos son importantes para el crecimiento y desarrollo de las raíces, de esta manera, obtener mayor número plantas en el menor tiempo posible, así retomar acciones de repoblamiento con la especie.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

- ¿Cuál es el efecto de la aplicación de biosólidos y enraizadores comerciales en la propagación vegetativa de sauco (*Sambucus peruviana (Kunt) R. Bolli.*) bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las características agronómicas de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco?
- ¿Cuál es el nivel de mortandad y enraizamiento de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco?
- ¿Cuál es el nivel de daño y mortandad por temperatura de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco?
- ¿Cuál es el costo de producción por tratamiento en la propagación por estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) con la aplicación de biosólidos y tres enraizadores comerciales?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos

2.1.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la aplicación de biosólidos y enraizadores comerciales en la propagación vegetativa de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco.

2.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características agronómicas de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco.
- Determinar el nivel de mortandad y enraizamiento de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco.
- Determinar el nivel de daño y mortandad por baja temperatura de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco.
- Determinar el costo de producción por tratamiento en la propagación por estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) con la aplicación de biosólidos y tres enraizadores comerciales.

2.2. Justificación

La presente investigación se justifica en lo siguiente:

- El sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) distribuidas en casi toda la región está en una etapa de reducción de la población de sauco principalmente por la falta de conocimientos en métodos de propagación en las comunidades donde existen esta especie, por lo cual al determinar las características agronómicas de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco, se podrá contar con información científica sobre el número de brotes, longitud de brotamiento de brote, número de hojas por brote y longitud de hoja apical de esta especie bajo la influencia de determinados biosólidos y enraizadores.
- La falta de investigación de sustratos y enraizadores tiene como consecuencia que para la propagación de esta especie los agricultores solo apliquen sustratos tradicionales dando como resultado bajo porcentaje de estacas enraizadas para campo definitivo; por lo cual al determinar el nivel de mortandad y enraizamiento de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones del centro agronómico K'ayra, San Jerónimo – Cusco, se podrá contar con información de la efectividad de estos métodos evaluando el número de estacas en mortandad, número de raíces fasciculadas por estaca, y la longitud promedio de raíces de estacas.
- En la zona es frecuente el daño por fenómenos climatológicos el mismo que ocasionan alta mortandad en determinadas especies de propagación vegetativa, por lo cual al determinar el nivel de daño y mortandad por helada de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco, se podrá contar con información

científica sobre el número total de estacas muertas y porcentaje de daño por baja temperatura de las estacas propagadas con diferentes biosólidos y enraizadores.

- El sauco puede generar un impacto positivo económico y en la ecología zonal al obtener beneficio toda una comunidad por sus múltiples beneficios, silvopastoriles, nutricional, medicinal y fuente materia orgánica para parcelas agrícolas; por lo cual al determinar el costo de producción por tratamiento en la propagación por estacas de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) con la aplicación de biosólidos y tres enraizadores comerciales, se podrá contar con información referida.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis General

- Existen diferentes estadísticas significativas entre el efecto de la aplicación de biosólidos y enraizadores comerciales en la propagación vegetativa de sauco (*Sambucus peruviana (Kunt) R. Bolli.*) bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco.

3.2. Hipótesis Específica

- Existen diferencias estadísticas significativas entre las características agronómicas de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana (Kunt) R. Bolli.*) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco.
- Existen diferencias estadísticas significativas entre el nivel de mortandad y enraizamiento de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana (Kunt) R. Bolli.*) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco.
- Existen diferencias estadísticas significativas entre el nivel de daño y mortandad por baja temperatura de las estacas de sauco (*Sambucus peruviana (Kunt) R. Bolli.*) propagadas empleando biosólidos y enraizadores, bajo condiciones de K'ayra, San Jerónimo – Cusco.
- Existen diferencias estadísticas significativas entre el costo de producción por tratamiento en la propagación por estacas de sauco (*Sambucus peruviana (Kunt) R. Bolli.*) con la aplicación de biosólidos y tres enraizadores comerciales.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de investigación SAUCO

En la “Evaluar la utilización de hormonas Enraizadoras en la propagación vegetativa del Sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli)”, en el año 2017 se concluyó: los tratamientos T1, T2, T3, lograron mayores números de estacas con emisión de brotes, con la aplicación de Enraizadoras (Rooter, Rapid Root y Raizones Plus) , se observa con ligera ventaja en la emisión de brotes al tratamiento al T1 (Rooter) y T2 (Rapid root) con una media 19.75 seguido T3 (Raizone plus) con una media de 19 y al T4 (Sin enraizador) posee un media de 15.25 brotes. Respecto al número de raíz se observa que los tratamientos como Rapid Root presenta una media 12.50, Rooter y Raizone Plus con una media 12.25 y el testigo presenta una media 11.75, para la longitud de raíz se observa que los tratamientos como Rapid Root presenta una media 15.6, Rooter y Raizone Plus con una media 15.5 y el testigo presenta una media 14.75. (Palma, 2017).

En la “Propagación de sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) a nivel de vivero, con el uso de sustratos” en el año 2010 se concluyó los siguiente: el efecto del sustrato 3:2:1 (tierra agrícola: tierra negra: arena de rio) se obtuvo el prendimiento del sauco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) del 30%. Lo cual se determinó mediante el Análisis de promedio demostrando que el método de propagación por estacas exige mayor mano de obra en etapa inicial. (Gonzales, 2010).

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Historia

El Saúco (*Sambucus peruviana* (Kunt) R. Bolli.) es considerado un “árbol de Dios”. Se encuentra distribuido especialmente en las regiones de Ancash, Lima, Huancavelica, Junín,

Cusco y Apurímac. El Sauco tiene un rango altitud que va desde los 2.800 m.s.n.m hasta los 3.900 m.s.n.m, según las zonas donde se encuentran, es considerada como altitud óptima, entre los 3.200 m.s.n.m. - 3.800 m.s.n.m. que requiere una demanda hídrica anual de 1.000 - 2.000 mm/año y de suelos fértiles, húmedos, ácidos, aunque soporta suelos arcillosos y drenajes deficientes. (**PERÚ ACORDE 2000**).

4.2.2. Taxonomía

Cronquist A. (1988), menciona que, según la Clasificación Filogenética, el sauco se ubica de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Clase: Angiosperma

Sub clase: Dicotiledónea

Orden : Dipsacales

Familia: Caprifoliácea

Género: Sambucus

Especie: Sambucus peruviana

Nombre científico: *Sambucus peruviana* (Kunth) R. Bolli.

Nombre Común: Sauco, rayan, uvilla del diablo, uva de la sierra (**Honda, 1986**).

4.2.3. Características morfológicas

4.2.3.1. Sistema radicular

Las plantas de sauco están compuestas por una raíz primaria y una serie de raíces laterales que salen de la misma y presentan una secuencia acrópeta, con las siguientes partes: raíz principal, secundaria, terciaria y pelos absorbentes (**Cortes 1986**).

4.2.3.2. Fuste o tallo principal;

Árbol pequeño de 2 - 4 m de altura de tronco torcido, frondoso, copa globosa, follaje siempre verde y floración durante todo el año. Presenta ramificación simpodial con ramas principales desde la base y la corteza externa del tronco es áspera (**Galindo 2003**).

4.2.3.3. Rama terminal

Presentan ramas cilíndricas ó angulosas, a veces huecas, color marrón claro, robustas, aprox. 0.8 - 1 cm diámetro, poseen cicatrices que las circundan en los nudos; son glabras, a veces lenticeladas (**Reynel y León 1990**).

4.2.3.4. Hoja

Compuestas de 7 - 9 folíolos, imparipendadas, opuestas, decusadas 20 - 30 cm en promedio, ápice agudo; base asiforme; con borde finamente aserrado, de 4 - 16 cm de largo y 3 - 7 cm de ancho; nervaduras primarias y secundarias, bien marcadas (**Galindo 2003**).

4.2.3.5. Inflorescencia

Cimas umbeliformes terminales con una longitud de 15 cm a más (**Reynel y León 1990**).

4.2.3.6. Flores

Actinomorfas, aprox. 8 mm diámetro; cáliz verde, gamosépalo, cortamente dentado; corola con 5 pétalos libres redondeados, blancos; 5 estambres, alternos con pétalos,

aproximadamente 4 mm de longitud. Pistilo con ovario supero, globoso; estilo corto; estigma capitado y carnosos (**Reynel y León 1990**).

4.2.3.7. Frutos

Son bayas triloculares de 7 a 12 mm de diámetro, 4 a 6 semillas, embriones pequeños, carnosos y jugosos, sabor dulce, comestibles, agrupados en racimos de color morado, intenso a negro cuando son maduros (**Galindo 2003**).

4.2.4. Fenología del Sauco

La etapa de floración se inicia a fines del mes de noviembre y comienzos de diciembre, variando según las condiciones climáticas y el piso altitudinal en el que se desarrolla; después de realizada la fecundación, las bayas de saúco comienzan a crecer, alcanzando su mayor tamaño a fines del mes de enero e inicios del mes de febrero (**Cahuana, 1991**).

En el Perú, el período de fructificación se da en forma escalonada durante todo el año, dependiendo de la zona y suministro de agua (**Repetto et al., 2003**).

La especie llega a producir frutos durante varias decenas de años, obteniéndose la mayor producción de estos entre los meses de febrero y marzo después de culminar la fructificación los árboles de saúco entran en un estado de dormancia durante los meses de mayo a julio, para posteriormente, el mes de agosto empiecen a brotar las nuevas hojas (**IDMA, 2000**).

4.2.5. Componente nutricional y composición química

Las flores de sauco traen esencia aceitosa constituida por un terpeno y una resina. La corteza contiene un alcaloide denominado sambucina, que acompaña de una resina. Las hojas también tienen un alcaloide (**AGROINFORMACION, 2006**).

4.2.6. Composición Química.

4.2.6.1. Hoja

Presenta un alcaloide (sambucina), glucósidos cianogenáticos (0,11 % de sambunigrina), cantidades variables de vitaminas A y E, aldehídos glicólicos aldehído bencílico, ácido cianhídrico, rica en nitrato de potasio (**Palacios, 1997**).

4.2.6.2. Fruto

Contiene alrededor de un 80 % de agua, pentosas, azúcar invertido, un poco de aceite de saúco, proteínas, taninos, flavonoides, antocianósidos derivados del cianidol, trazas de aceite esencial (0,01 %), ácido cítrico y málico (**Palacios, 1997**).

4.2.6.3. Corteza

Se presenta Sambucina, triterpenos, colina, aceite esencial, ácido vibúrnico y sambunigrina, sales potásicas, taninos, glucósidos flavónicos y fitohemaglutinina, fitosterina, ácido resínico, flovafeno, ácido esteárico y mirístico.

4.2.6.4. Semilla

Contiene pequeñas cantidades de una esencia de consistencia mantecosa, colina, materias tánicas y resinosas, azúcar, mucílago, y la llamada endrina (rutina); así como ácido málico, ácido valeriánico y ácido tartárico, además un glucósido nitrílico (**Palacios, 1997**).

4.2.7. Usos

El saúco, desde el punto de vista agroforestal, se utiliza para la conformación de cercos vivos y cortinas rompe vientos, a fin de proteger los cultivos; siendo facilitado esto por la buena respuesta de propagación por estacas (**Reynel y León 1990, IDMA 2000**).

4.2.8. Requerimiento agroecológico

Esta especie es poco exigente en los aspectos de suelos. Las heladas no le afectan en una gran mayoría llega a producir fruta durante varias decenas de años. Nunca se le encuentra en estado silvestre (problema de la infertilidad de la semilla) por lo que siempre es cultivado: al lado de las casas, en patios y corrales, y a la orilla de las chacras.

El sauco es una especie poco exigente en suelos, aunque desarrolla mejor en suelos profundos y francos; además requiere buena humedad, por lo que se le encuentra muchas veces al borde de riachuelos, acequias y en los cercos de las chacras (**Tapia y Fries, 2007**).

Humedad: Suelos de moderadamente secos a húmedos.

Acidez: Suelos débilmente ácidos pH 4.5 - 7.5.

4.2.9. Propagación

Las semillas del sauco son estériles, complejas condiciones de letargo que afectan tanto a la cubierta de las semillas como al embrión, lo que hace difícil la propagación por semillas del sauco (**Hartmann y Kester, 1994**).

La propagación vegetativa es la única vía factible de multiplicación de los árboles frutales para que estos conserven su identidad como variedad vegetativa o clon (**Calderón, 1989**).

El procedimiento más empleado para la multiplicación de las plantas leñosas, ya que de esta forma se reproducen las características específicas de una planta dada, debido a que la composición genética de la mayoría de las variedades frutales es muy heterocigótica y sus características se pierden al propagarlas por semilla, como también la diversidad de métodos de propagación vegetativa destacan tres por su importancia en arboricultura frutal: en estaca, el injerto y la micro propagación (**Coletto, 1994**)

4.2.9.1. Propagación asexual

la propagación debe realizarse bajo poli sombra, mediante estacas, que se toman de árboles sanos. La longitud de la estaca debe estar entre 18 y 30 cm, diámetro entre 2 y 4 cm, lignificadas, con dos o tres nudos para permite garantizar un mejor rendimiento del material, para el corte de las estacas se utiliza el tercio medio y superior de las ramas (**Hernández, 2011**).

se debe colocarse con una o dos yemas (basales) cubiertas en el suelo, donde formarán raíces y las demás yemas (apicales) deben quedar descubiertas para formar las ramas y las hojas del arbusto, Para estimular el prendimiento y el crecimiento de raíces, se recomienda remojar el extremo de la estaca con mucílago de sábila (**Uribe et al., 2011**).

4.2.9.2. Propagación por estaca

Galindo (2003), comenta que se debe colocar con una o dos yemas (basales) cubiertas en el suelo, donde formarán raíces y las demás yemas (apicales) deben quedar descubiertas para formar las ramas y las hojas del arbusto, Para estimular el prendimiento y el crecimiento de raíces, se recomienda remojar el extremo de la estaca con mucílago de sábila.

Las plantas madres enfermas o dañadas por heladas o sequias que han sido defoliadas por insectos o enfermedades que han quedado achaparradas por fructificación excesiva o que han tenido un desarrollo exuberante y demasiado vigoroso, deben evitarse (**Hartmann y Kester, 1994**).

4.2.9.3. Importancia y ventajas de la propagación por estacas.

- De las pocas plantas madres semilleros es posible iniciar muchas nuevas plantas en un espacio limitado.
- Es económico, acelerado, simple y no requiere las técnicas especiales de injerto.
- No existe problema de compatibilidad con patrones o de uniones deficientes de injerto.

- Se obtiene la homogeneidad mayor por la ausencia de variaciones que en ocasiones aparecen en las plantas injertadas resultantes de la variación en los patrones provenientes de semilla (**Hartmann y Kester, 1994**).

4.2.9.4. Tipos de estacas

Las estacas se obtienen de partes vegetativas de la planta, como tallos, tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos), hojas o raíces. Se pueden hacer diversos tipos de estacas, que se clasifican de acuerdo con la parte de la planta de la cual procede (**Hartmann y Kester, 1994**).

- Estacas de tallo:

Esta es más importante en estacas. En la propagación se obtienen segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, en condiciones favorables formarán raíces adventicias y se obtendrán plantas independientes. El tipo de madera usado para hacer las estacas, la época del año en que se obtengan y otros factores, pueden ser de mucha importancia para asegurar el enraizamiento satisfactorio de algunas plantas (**Hartmann y Kester, 1994**).

- Estacas de madera dura:

La madera dura es aquella que constituye parte de ramas o brotes que tienen por lo menos una temporada completa de crecimiento, habiendo ya este sido detenido normalmente por cumplimiento del ciclo estacional, la rama de un año de edad o más ya se puede considerar para el fin del estacado como de madera dura (**Calderón, 1989**).

- Estacas de madera semidura:

Se obtienen de aquellas especies leñosas siempre verdes de hoja ancha, también de aquellas especies con hojas tomadas de madera parcialmente, se les puede considerar como madera

semidura. se toman durante los meses del verano de las ramas nuevas, inmediatamente después que se ha producido un periodo de crecimiento y la madera ha madurado en parte (Hartmann y Kester, 1994).

- **Estacas de madera suave (siempre verdes):**

Las estacas de madera suave, por lo general, enraízan con mayor facilidad y rapidez que los otros tipos, pero requieren mayores cuidados. Las maderas suaves producen raíces de 2 a 5 semanas. En general responden bien al tratamiento con sustancias estimuladoras de enraizaje. El mejor material para las estacas obtiene cierto grado de flexibilidad, pero tienen suficiente madurez para quebrarse cuando se dobla demasiado; los materiales más convenientes se obtienen de ramas laterales de la planta madre. Es mejor recolectar el material para estacas, temprano en el día y se debe mantenerse fresco y con la humedad requerida, no es conveniente remojar las estacas o el material en agua para conservarlos frescos.

- **Estacas herbáceas:**

Estas estacas con hojas se practican en plantas herbáceas, suculentas como los geranios, crisantemos, claveles, etc. Se hacen de 7 a 15 cm de largo, dejándoles hojas en la parte superior. La mayor parte de las plantas para flores se propagan por estacas herbáceas. Se enraíza en las mismas condiciones que a las estacas de madera suave, necesitando de humedad elevada. Aunque no se requiera las sustancias que ayudan al enraíce, en algunos casos se aplican para tener uniformidad en el enraizado y desarrollar raíces más abundantes (Hartmann y Kester, 1994).

4.2.10. Clon

Es el material genéticamente uniforme procedente de un solo individuo y propagado exclusivamente por medios vegetativos (**Coletto, 1994**).

La propagación vegetativa se da la división mitótica de las células que duplican el genotipo de la planta, esta duplicación genética se llama donación y a la población de plantas descendientes se les llama clones (**Hartmann y Kester, 1994**)

4.2.11. Callo

Es la masa irregular de células del parénquima en varios estados de lignificación. El callo prolifera de células jóvenes que se encuentran en la base de la estaca en la región del cambium vascular, aunque también pueden contribuir células de la corteza y de la medula (**Hartmann y Kester, 1994**).

Las primeras raíces aparecen a través del callo, conduciendo a la formación de callo ya que es esencial para el enraizamiento. En la mayoría de plantas, la formación de callo y de raíces es independientes entre sí y cuando ocurren simultáneamente es debido a su dependencia de condiciones internas y ambientales similares (**Hartmann y Kester, 1994**).

4.2.11.1. Formación de raíces adventicias

Cuando se hace una estaca, las células vivientes que están en las superficies cortadas son lesionadas, quedando expuestas las células muertas y conductoras de la xilema. (**Hartmann y Kester, 1994**).

La cicatrización y regeneración de estas células son:

- a. Cuando mueren las células externas lesionadas, se forma una placa necrótica que sella la herida con un material suberoso (suberina) y tapa la xilema con goma. Esta placa protege las superficies cortadas de la desecación.

- b. Después de unos días, las células que están detrás de esa placa empiezan a dividirse y forman una capa de células de parénquima (callo).
- c. Las células tiernas próximas al cambium vascular y al floema se empiezan a iniciar las raíces adventicias.

Las raíces adventicias aparecen a partir de un grupo de células vivas o parenquimatosas de ramas y tallos, e incluso en raras ocasiones de hojas. Los árboles frutales obtenidos por esos sistemas, en general, no poseen raíz profundizante, sino que la misma tiende a ser más bien fasciculada o superficial, diferente a la que presentan los árboles cuyo sistema radical se derivó del embrión de una semilla. (Calderón, 1989).

4.2.12. Factores que afectan la regeneración de las plantas por estaca.

Los factores ambientales que afectan en el enraizamiento:

- a. Selección del material para estacas
- b. Condición fisiológica de la planta madre
- c. Factor de juvenilidad (edad de la planta madre)
- d. Tipo de madera seleccionada
- e. Presencia de virus
- f. Época del año en que se toma la estaca
- g. Tratamiento de las estacas
- h. Reguladores del crecimiento
- i. Nutrientes minerales
- j. Fungicidas
- k. Lesionado.

Condiciones ambientales en el transcurso de enraizamiento:

- a. Medio de enraíce.

- b. Relaciones con el agua.
- c. Temperatura.
- d. Luz; Intensidad, longitud del día, calidad de la luz (**Hartmann y Kester ,1994**).

4.2.13. Biosólido

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

La estabilización se realiza para la reducir su nivel de patogenicidad, su poder de fermentación y capacidad de atracción de organismos vivos que pueden transmitir enfermedades. El biosólido posee aptitud para su utilización en actividades agrícolas, forestales y recuperación de suelos degradados (**SEDACUSCO, s.f**).

El lodo residual es obtenido del tratamiento de las aguas servidas, por procesos físicos, químicos o biológicos. Estas etapas consisten en: tratamiento preliminar, primario, secundario y terciario. El tratamiento que se selecciona depende de las características del agua, del sitio y de la legislación existente.

La opción de tratamiento que se escoja generará un subproducto denominado lodo. El lodo residual municipal es un residuo sólido, semisólido o líquido que se genera durante el tratamiento de agua residual. Este producto presenta un contenido de sólidos del 0,25 al 12% en peso y contiene una gran variedad de microorganismos patógenos, por lo que actualmente se le considera un residuo peligroso. El lodo está formado principalmente por las sustancias responsables del carácter desagradable de las aguas residuales no tratadas.

Su tratamiento y disposición es un problema muy importante que afronta una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas. Uno de las principales aplicaciones del lodo residual es su adición a los terrenos de cultivo, con la finalidad de mejorar su fertilidad. Este

producto presenta algunas características que determinan su aptitud para su aplicación al terreno, por lo tanto, incluyen el contenido en materia orgánica, nutriente, patógenos, metales y compuestos orgánicos tóxicos.

El valor del lodo como fertilizante se basa principalmente en su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, que se debe determinar en aquellos casos en el fango se vaya a emplear como acondicionador de suelos. Generalmente, los lodos proporcionan suficientes nutrientes para el crecimiento de las plantas.

Los elementos contenidos en el lodo son aquellos compuestos químicos inorgánicos que, en pequeñas cantidades, pueden ser esenciales o perjudiciales, tanto para las plantas como para los animales. 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).

4.2.13.1. Producción de biosólidos.

Las aguas residuales son tratadas en conjuntos de procesos unitarios que remueven distintos contaminantes hasta obtener la calidad deseada en el efluente.

Al remover esos contaminantes se generan residuos orgánicos con alto contenido de sólidos en suspensión denominados lodos.

El tratamiento de lodos se realiza en el digestor, el proceso se basa en el cultivo de microorganismos que descomponen la materia orgánica a temperaturas que oscilan entre 30 y 40°C produciéndose gas y biosólido estabilizados. Este proceso dura aproximadamente entre 20 y 25 días, esta etapa es más importante ya que aquí los lodos son estabilizados y se denominan 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).

4.2.13.2. Contaminantes de los biosólidos.

La calidad de biosólidos depende fundamentalmente de cuatro grupos de contaminantes principales:

- **Metales;**

Principalmente zinc (Zn), cobre (Cu), níquel (Ni), cadmio (Cd), plomo (Pb), mercurio (Hg) y cromo (Cr). Su potencial de acumulación en los tejidos humanos y su bioacumulación suscitan preocupaciones. Los metales están siempre presentes, en concentraciones bajas en las aguas residuales domésticas, pero las concentraciones preocupantes son sobre todo las que se encuentran en las aguas residuales industriales (Zuluaga, 2007).

Los metales pesados se encuentran de manera natural en la litósfera, hidrósfera y atmósfera en concentraciones tales por lo general no perjudican las diferentes formas de vida. Sin embargo, los procesos antrópicos han ocasionado un paulatino aumento puntual de dichas concentraciones en los diferentes componentes del edafón (Zuluaga, 2007).

- **Nutrientes y Materia orgánica:**

Su peligrosidad radica en su potencial de eutrofización para las aguas subterráneas y superficiales. En tanto, se consideran como fertilizantes valiosos al igual que la materia orgánica.

Contaminantes orgánicos, Los plaguicidas, disolventes industriales, colorantes, plastificantes, agentes tenso activos y muchas otras moléculas orgánicas complejas,

generalmente con poca solubilidad en agua y elevada capacidad de adsorción, tienden a acumularse en los lodos (Zuluaga, 2007).

Estos contaminantes son motivo de preocupación por sus efectos potenciales sobre el medio ambiente y sobre la salud humana. Una característica de las más importantes es su variado potencial de biodegradación.

Muchos se biodegradan lentamente, por lo tanto, los sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales con tiempos de residencia más largos, tendrán mayor capacidad para biodegradar estos compuestos indeseables. La biodegradación también puede ocurrir después de esparcir los lodos en la tierra o durante el compostaje (Zuluaga, 2007).

El grupo de trabajo de la OMS sobre riesgos para la salud de los productos químicos presentes en los lodos residuales aplicados a las tierras, llega a conclusión de que la absorción total por el hombre, de contaminantes orgánicos procedentes de la aplicación de lodos a las tierras de cultivo, es poco importante y probablemente no causará efectos adversos para la salud. Sin embargo, a pesar de que cada vez se investiga más el papel eco toxicológico de los contaminantes orgánicos en el sistema suelo-planta-agua y en la cadena alimentaria, es aún poco claro.

- Agentes patógenos:

Los más importantes que se han encontrado en los lodos son las bacterias, los virus (especialmente enterovirus), los protozoos, los tremátodos, los céstodos y los nemátodos.

Los residuos de animales sacrificados o muertos accidentalmente, los desechos hospitalarios y funerarios, entre otros, pueden elevar la carga y la diversidad de patógenos en el influente.

Para cualquier vertido de lodos sea seguro, se precisa la eliminación o la inactivación eficaz de estos patógenos. A este fin, se puede aplicar a los lodos una serie de tratamientos, 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 seco (Zuluaga, 2007).

4.2.14. Clasificación de los biosólidos

Por su parte, la norma EPA2 clasifica los biosólidos en:

4.2.14.1. Biosólido Clase A

Suelen llamarse de calidad excepcional por presentan una densidad de coliformes fecales inferior a 1000 NMP (número más probable) por gramo de sólidos totales o la densidad de Salmonella sp. Es inferior a 3 NMP (número más probable) por 4 gramos de sólidos totales.

La densidad de virus entéricos debe ser menor o igual a 1 UFC (unidades formadoras de colonias) por 4 gramos de sólidos totales y los huevos viables de helmintos inferiores a 1 por 4 gramos de sólidos totales. (Zuluaga, 2007).

Un biosólido con estos niveles que además tenga tratamiento para reducir vectores, no tendrá restricciones en su aplicación agraria y sólo será necesario solicitar permisos para garantizar que estas normas hayan sido cumplidas.

4.2.14.2. Biosólido Clase B

Con densidad de coliformes fecales inferior a 2×10^6 NMP (número más probable) por gramo de sólidos totales o 2×10^6 UFC (unidades formadoras de colonias) por gramo de sólidos totales. Este tipo de biosólidos deberá recibir tratamiento y será el que mayores restricciones presente para uso agrícola (Zuluaga, 2007).

Además, la citada regla que rige el uso y eliminación de biosólidos establece límites cuantitativos relativos al contenido de metales presentes en ellos, normas de reducción de agentes patógenos, restricciones a los sitios de aplicación, condicionantes y supervisión de recolección de cultivos tratados, mantenimiento de registros y requerimientos de

presentación de informes sobre biosólidos aplicados a la tierra, así como disposiciones similares para los que se desechan en rellenos sanitarios (Zuluaga, 2007).

Los biosólidos que se incineran tienen que satisfacer las normas relativas al contenido de metales y las disposiciones sobre emisiones que liberan al medio ambiente, incluidas las disposiciones de la Leyes de Aire Limpio (Zuluaga, 2007).

4.2.15. Aplicación de biosólidos al suelo

La aplicación de biosólidos incrementó la materia orgánica en el estrato superficial del suelo, no se observaron tendencias significativas en la distribución de la materia orgánica en el perfil del suelo. Los biosólidos incrementaron el contenido de nitratos y fósforo aprovechable en el suelo hasta una profundidad de 35 cm, mientras que el potasio no aumentó significativamente con la aplicación de biosólidos. La concentración de micronutrientes se incrementó en todo el perfil de suelo con la aplicación de biosólidos; el orden de micronutrientes en el suelo con biosólidos fue $Zn > Fe > Mn > Cu$. El uso de biosólidos en suelos agrícolas, forestales y pastizales puede ser una alternativa de disposición final y una opción para aportar nutrientes a los cultivos, se evidencia que las políticas internacionales, sobre el medio ambiente adoptadas por los países en sus legislaciones internas, se traducen en procesos que pretenden mitigar el calentamiento global, con el propósito de evitar que el clima mundial se incremente en 2°C al año 2050. Tanto Colombia como Uruguay son países que han adoptado estas políticas, pero de los dos, es Colombia el que tiene mayores estudios en cuanto a plantas de tratamiento de aguas residuales PTAR y a partir de sus lodos investigaciones tendientes al saneamiento integral, es decir saneamiento de aguas y saneamiento de sus lodos, los cuales somete a otros procesos para que adquieran las caracterizaciones reglamentarias y disponerlos en los suelos sin que estos perjudiquen los ecosistemas y la vida misma del ser humano (Cerón et al., 2016).

Los biosólidos de las PTAR de Colombia han permitido reducir los requerimientos de suelo orgánico para la cobertura final de los sitios de disposición final de residuos sólidos de las principales ciudades del país; también han permitido recuperar suelos degradados por actividades antrópicas, hasta el primer semestre de 2003 se habían cubierto más de 20 ha con mezclas de biosólido-suelo para cobertura final y recuperado más de 22 ha de suelos degradados (Cerón et al., 2016).

Uruguay, a pesar de aceptar las políticas ambientales mundiales y presentar dentro de su legislación interna, reglamentación ambiental en concordancia con estas políticas, no presentan normas que caracterizan los biosólidos y vienen implementando sus Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias -PTARD-, pero no se registran estudios tendientes al correcto saneamiento de los lodos residuales y convertirlos en biosólidos estabilizados para realizar una disposición final en beneficio de los suelos, sin riesgos para los ecosistemas y la vida humana (Cerón et al., 2016).

Frente a la problemática de los lodos residuales generados por el saneamiento de aguas residuales domésticas e industriales, es pertinente agilizar las investigaciones que generen desarrollos de alternativas que permitan el aprovechamiento del 100% de estos residuos, toda vez que es preciso que el saneamiento sea integral, es decir, que no es correcto limpiar el agua y con los residuos contaminar la tierra, así entonces, esto no tendría sentido (Cerón et al., 2016).

Afin de lograr los mejores resultados, mayor eficiencia y eficacia en el aprovechamiento de los biosólidos y siendo el saneamiento de las aguas y el tratamiento de los lodos una política pública, sería pertinente la unión de todas las PTAR del país, en donde se incluyan tanto las grandes ciudades que cuentan con plantas de gran envergadura, así como los municipios pequeños que aún no cuentan con sistemas de saneamiento, con el propósito de unir esfuerzos, replicar en todos ellos las mejores alternativas logradas en los procesos de

estabilización, creando centros especializados conjuntos. 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**).

4.2.19. Fitohormonas

“Substancias 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 ó desarrollo en la planta (**Bosque, 2010**).

4.2.19.1. Fitohormonas y enraizadores de crecimiento

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**).

4.2.19.2. Auxinas

Las auxinas estimulan la multiplicación y elongación celular en el cambium, la diferenciación del xilema y floema y el crecimiento de las partes florales. Además, mantienen la dominancia apical, retrasan la senescencia de las hojas y la maduración de los frutos, promueven la producción de etileno y el enraizamiento.

Las auxinas promueven también el desarrollo de raíces adventicias en los tallos. Muchas especies leñosas poseen primordios de raíces adventicias preformados en sus tallos, los cuales permanecen latentes por algún tiempo a menos que sean estimulados por una auxina.

Estos primordios con frecuencia se encuentran en los nudos o en los lados inferiores de las ramas que se localizan entre los nudos, Cuando se encuentran conjugadas, la auxina se encuentra metabólicamente unida a otros compuestos de bajo peso molecular. La concentración de auxina libre varía de 1 a 100 mg/kg de peso fresco.

Síntesis y degradación.

Las auxinas se encuentran en todos los tejidos de la planta, en mayor concentración ocurre en las regiones que están en crecimiento activo. La síntesis de IAA ocurre principalmente en meristemas apicales, hojas jóvenes y frutos en desarrollo (Lugo, 2007).

Transporte de auxinas:

IAA ha sido detectado en el cambium, xilema y floema, IAA es sintetizado en el cambium a partir del 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:

El crecimiento y la 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.

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**).

Mecanismos de acción.

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

El descubrimiento de la estructura del IAA, se han obtenido compuestos químicos estimulantes del crecimiento basados en auxinas naturales al principio se analizaron otros compuestos con anillo indólico, como el ácido indol butírico (IBA) y derivados del naftaleno como el ácido naftalenacético (NAA) y el ácido naftoxi-2-acético (NOA), que también resultaron activos. IBA fue clasificado inicialmente como una auxina sintética, pero es un compuesto endógeno de la planta, más eficiente que IAA en promover formación de raíces laterales y es usado comercialmente con este propósito.

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

Probablemente es el mejor material para uso general según (**Salinger, 1991**), ya que no es tóxico en una amplia gama de concentraciones y es eficaz para estimular el enraizamiento.

Ácido naftalenacético (ANA): Es obtenido por síntesis, tiene gran actividad auxínica general y rizógena. Es bastante estable y es ligeramente más tóxico para la planta que 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:

4.2.19.3. Giberelinas

Provocan división celular al acortar a la interfase 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).

4.2.19.4. Citocininas

Son hormonas vegetales que derivan de adeninas sustituidas y que promueven la división celular de tejidos no meristemáticas.

Son producidas en los órganos de crecimiento y en el meristemo de 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).

Los efectos fisiológicos que producen las citocininas son:

- División celular y formación de órganos.

- Retardo de la senescencia (debido a su propiedad de generar alta división celular son fuente de nutrientes, por lo que realizan su efecto de retardo de la senescencia).
- Desarrollo de yemas laterales.
- Inducen partenocarpia
- Floración de plantas de día corto
- Reemplazo de luz roja en germinación de semillas fotoblásticas (**Bosque, 2010**).

4.2.19.5. Citoquininas.

Son hormonas vegetales de crecimiento que intervienen en el crecimiento y diferenciación de 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 acropétala (de abajo hacia arriba) (**Hartmann y Kester, 1995**).

4.2.19.6. 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 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**).

4.2.19.7. Efectos fisiológicos

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

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**).

4.2.19.8. 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 rizogénica; y un valor tóxico por encima del cual la respuesta es indeseable (**Badilla y Murillo, 2005**).

4.2.20. Sustratos

Están formados por fragmentos de diversos materiales, resultando un mosaico completo de partículas rocosas de materiales y minerales característicos en ciertos casos y de microorganismos vivos y muertos además de una extensa red de poros ocupados por el aire o por el agua, que otorga anclaje al sistema radicular y, por consiguiente, desempeña un rol de soporte a la planta. (**Abad, 1991**).

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 (**Martínez, 1995**). Por ejemplo, los sustratos para enraizamiento de plantas deben tener buena aireación y retención de agua (**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**).

4.2.20.1. 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.

4.2.20.2. 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 feldespatos¹⁸ presentan propiedades de las arcillas (capacidad de amortiguación, porcentaje de saturación de bases) (**VIFINEX, 2002**)

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

4.2.20.3. Turba

Se considera con 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 de agua que el mismo volumen de suelo; sin embargo; posibilita un intercambio gaseoso adecuado. No existe problema para el desarrollo radicular, apenas ofrece resistencia a la penetración de raíces (VIFINEX, 2002).

4.2.20.4. Tierra negra

las propiedades más relevantes de la tierra negra son: la retención de humedad, textura franco arcilloso, reserva de bases intercambiables, capacidad de suministro de nitrógeno, azufre y otros elementos nutritivos a las plantas, aireación, estabilidad estructural, etc.

4.2.20.5. 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).

4.2.21. Costos de producción

4.2.21.1. Generalidades de costos

El Costo o Coste se define como “valor” sacrificado para adquirir bienes o servicios, se mide en términos monetarios mediante la reducción de activos o al incurrir en pasivos en el momento 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).

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 (Lawrwnce, 1999).

4.2.21.2. Costos de producción

Los costos de producción, es 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 (De la Calle, 2000).

4.2.21.3. Valoración económica de especies forestales

La valoración económica de un recurso natural o ambiental es la medida monetaria de las preferencias individuales por dicho recurso; es la sumatoria de los montos que están dispuestos a pagar todos los individuos involucrados en el uso o manejo de dicho recurso **(Figueroa, 2003)**.

La valoración forestal, está orientada a estimar el valor económico de los bienes y servicios involucrados dentro de los recursos forestales; asimismo, señala que en el manejo de bosques es muy importante conocer el valor del recurso en diferentes usos, para tomar una decisión que permita maximizar los beneficios de los propietarios **(Chuquicaja, 2012)**.

Cuando se piensa estimar el valor económico de los recursos naturales, se debe tener presente la existencia de dimensiones de análisis diversas y complementarias. En tal sentido, la valoración económica genera información útil para la toma de decisiones sobre los usos alternativos de los recursos, el valor de los bienes y servicios que brindan las plantaciones forestales abarca más de una dimensión y no todas son expresables en dinero **(Sencion, 2002)**.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de Investigación: Experimental

Porque consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular. El investigador maneja deliberadamente la variable experimental y luego observa lo que sucede en situaciones controladas (Hernández et al., 2003)

5.2. Ubicación Espacial

El presente trabajo de investigación se realizó en el vivero forestal de CISA del Centro Agronómico K'ayra de la Facultad de Agronomía y Zootecnia del Distrito de San Jerónimo, Provincia Cusco y Región Cusco.

5.2.1. Ubicación Política.

- **Región** : Cusco
- **Provincia** : Cusco
- **Distrito** : San Jerónimo

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

5.2.4. Ubicación Ecológica

- **Zona de vida** : Bosque húmedo-Montano Subtropical (Bh-MS)
- **Clima** : Templado – Frío
- **Suelos** : Franco

Gráfico 01

Ubicación del lugar experimental



Fuente: 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 el mes de junio 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 Vegetativo

- Estacas de Sauco

5.4.1.2. Materiales de Campo

- Cámara fotográfica
- Papel bond
- Lapiceros
- Computadora portátil
- Plumones
- Regla
- Malla rashell
- Bolsas polietileno
- Rollizos de Eucalipto
- Rótulos de identificación
- Tijera de podar
- Herramientas (zaranda, pico, pala etc.)
- Wincha
- Mochila de fumigar
- Cámara fotográfica
- Computadora

5.4.1.3. Hormonas enraizadoras

- Rapit Root (Ácido indol butírico)
- Raízmaster (Fitoauxinas - Fitocitoquininas)
- Root Hor (Acido alfa naftalenacetico - Acido 3 indol butírico)

5.4.1.4. Materiales para sustrato

- Biosólido
- Arena de rio
- 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.

5.4.2.2. Diseño experimental

El diseño experimental que fue utilizado en la investigación, es el de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA). Los datos recolectados en las diversas evaluaciones de campo fueron analizados mediante el ANVA o análisis de varianza para posteriormente ser evaluados mediante la prueba de comparaciones de medias o prueba de tukey bajo una confiabilidad del 95%, es decir con el valor de ($p < 0,05$); esto con la finalidad de poder determinar las diferencias significativas y obtener cuál de los tratamientos empleados reportó los mejores valores para la variable evaluada. Esta investigación es de naturaleza multifactorial, con un arreglo factorial (2A x 3B), considerando dos factores de evaluación

como son tipo de sustrato: Tierra Agrícola (57%), Biosólido (28%), Arena de río (15%), y Tierra agrícola (50%), Tierra negra (25%), Arena de río (25%), y tres tipos de enraizador (Rapid Root, Root Hor y Raízmaster), así como un tratamiento testigo, tal como se muestra en la siguiente distribución y cuadro.

Factores de estudio:

Factor A: Tipo de biosólido

- Tierra Agrícola (57%), Biosólido (28%), Arena de río (15%) – (A1)
- Tierra agrícola (50%), Tierra negra (25%), Arena de río (25%) – (A2)

Factor B: Tipo de enraizador

- Rapid Root (Ácido indol butírico) – (B1)
- Raízmaster (Fitoauxinas y Fitocitoquininas) – (B2)
- Root Hor (Acido alfa naftalenacetico y acido 3 indol butírico) –(B3)

Tratamiento control:

- Sustrato en proporción 3:1 tierra agrícola (75%) y arena de río (25%) – (T)

Cuadro 01

Tratamientos en estudio

| Tratamiento | Tipo de biosólido | Enraizador | Interacción |
|--------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|
| T1 | Testigo | 0 | T – 0 |
| T2 | 3:2:1 | Rapid Root | A1 – B1 |
| T3 | 3:2:1 | Raízmaster | A1 – B2 |
| T4 | 3:2:1 | Root Hor | A1 – B3 |
| T5 | 2:1:1 | Rapid Root | A2 – B1 |
| T6 | 2:1:1 | Raízmaster | A2 – B2 |
| T7 | 2:1:1 | Root Hor | A2 – B3 |

5.4.2.3. Croquis y disposición del experimento

Croquis:

El diseño de la investigación fue de Bloques Completamente al Azar con 04 repeticiones, estando compuestos por 06 tratamientos y 01 tratamiento testigo, haciendo un total de 24 unidades experimentales distribuidas de la siguiente forma:

Gráfico 02

Disposición de unidades experimentales



Nº de repeticiones: 04

Nº de parcelas: 01

Unidad experimental:

Número de unidades experimentales (parcelas) por bloque: 07

Número total de unidad experimentales: 28

5.5. Actividades en la ejecución de la investigación

A continuación, se detallan las diferentes actividades que fueron desarrolladas durante la ejecución de la presente investigación:

5.5.1. Identificación de material vegetativo

El material vegetativo donde se obtuvo las estacas de Sauco se encuentra ubicada en el distrito de Paccaritambo, provincia de Paruro y departamento Cusco.

5.5.2. Recolección y preparación del material vegetativo

Se inició con la recolección de estacas de Sauco, las mismas que fueron obtenidas en el distrito Paccaritambo, provincia de Paruro y departamento Cusco, en fecha 28 de febrero y 01 de marzo del 2020; para el proceso de preparación de las estacas, se tuvo en cuenta ramas con un diámetro de 2 a 3 cm de grosor preferentemente de las partes intermedias, con la ayuda de tijeras de podar, Se consideró que las estacas presenten de 3 a más nudos. Las longitudes de la estaca fueron cortadas a un tamaño de 18 - 30 cm lignificadas. Una vez preparadas las estacas, se transportó con sumo cuidado hacia el vivero forestal del centro experimental K'ayra.

5.5.3. Preparación de sustrato

La preparación del sustrato se realizó en fecha 30 de enero del 2020, se realizó la mezcla de los sustratos en una proporción de:

- 3:2:1 Tierra Agrícola (57%), biosólido (28%), arena de río (15%)

- 0.40 m³ Tierra agrícola
- 0.18 m³ biosólido
- 0.08 m³ de arena de rio
- 2:1:1 tierra agrícola (50%), tierra negra (25%), arena de rio (25%)
 - 0.32 m³ de tierra agrícola
 - 0.16 m³ de tierra negra
 - 0.16 m³ de arena de rio
- **Testigo**
 - 3:1 tierra agrícola (75%) y arena rio (25%)

Se preparó un volumen de 1.30 m³ de sustrato para el embolsado 1400 und de sustrato embolsado que se necesitó para la investigación.

Fotografía 01

Preparación de sustrato



5.5.4. Desinfección del sustrato

Esta actividad se realizó en fecha 04 de febrero del 2020, donde el sustrato fue sometido a la desinfección para lo cual se utilizó 20cc de Vitavax en 20 lt de agua, mezclado en una

mochila de asperjar para después aplicar la mezcla en el sustrato; para que la desinfección sea homogénea se revolvió el sustrato hasta conseguir que esté completamente 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 realizó en fecha 07 de febrero del 2020, para la cual se utilizaron bolsas de polietileno color negro de 7" x 5" x 2 mm en las que fueron llenados con el sustrato evitando que se formen bolsas de aire en el sustrato embolsado.

Fotografía 02

Embolsado de sustrato



5.5.6. Preparación de enraizadores

Esta etapa se realizó en fecha 02 de marzo del 2020, se procedió a preparar los enraizadores comerciales tomando en cuenta las recomendaciones establecidas por las casas comerciales, esto se realizó en los volúmenes necesarios para la presente investigación.

Fotografía 03

Preparación y aplicación de enraizadores



5.5.6.1. Rapid Root (Ácido indol butírico)

Se empleó 45 gr por 1000 und de estacas para lo cual se procedió de acuerdo a las indicaciones del producto.

Unas ves humedecidas la parte basal de las estacas se dejó orear por 2 a 4 min para luego introducir la parte húmeda de 2 a 4 cm en el recipiente que contiene el Polvo Rapid root, posteriormente se colocó en los hoyos aperturados en los sustratos embolsados evitando que se frote las estacas. Se utilizó 40 gr en las 400 estacas debido a variabilidad de diámetro de las estacas que varió entre 2 a 3 cm.

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

Se aplicó 5 ml de Root-Hor por litro de agua; se introdujo las estacas a 3 cm del nivel del agua del recipiente durante 3 a 5 minutos.

5.5.6.3. Raízmaster (fitoauxinas + fitocitoquininas)

Se aplicó por inmersión de 5 a 10 ml por litro de agua, en la cual se introdujeron las estacas a 3 cm del nivel del agua del recipiente durante 5 minutos.

5.5.6.4. SE (Sin enraizador, Testigo)

Para el caso de las estacas que se propagaron sin enraizador, como es denominado el tratamiento testigo, se procedió a almacenar agua en una tina de 20 litros, donde se colocaron las estacas y se dejó permanecer durante un lapso de 12 horas.

5.5.7. Instalación del experimento

La propagación vegetativa de estacas de sauco fuera realizada el 02 de marzo del 2020, para lo cual el proceso de repique fue de forma manual, colocando las estacas en el sustrato embolsado con una ubicación en forma inclinada; los cuales se introdujeron aproximadamente 4 a 5 cm de la estaca que previamente se encontraban sumergida en los enraizadores correspondientes, posteriormente se rellenó con el sustrato evitando las bolsas de aire, concluyendo con un riego ligero.

5.5.8. Protección

La investigación fue realizada dentro del vivero del CISAF, en fecha 02 de marzo del 2020, para el cual se adecuó un espacio 50 m² para realizar el manejo y protección de las estacas donde se cubrió el techo con malla rashell y los laterales de igual forma., utilizando la malla de 90 % de sombra.

5.5.9. Riego

Se realizó los riegos iniciando el 02 de marzo del 2020 hasta el 26 de junio del 2020, correspondiente a 3 veces por semana, el primer y segundo mes hasta la aparición de los

primero brotes, posterior a ello se realizó el riego 2 veces por semana, el riego fue efectuado en horas de la mañana (08:00), realizando los riegos con una regadera de 10L, desde instalación de la investigación, la regadera de 10L cubrió la necesidad de 2 bloques utilizando un total de 1.6 m³ de agua.

5.5.10. Evaluaciones

Durante el desarrollo de la investigación se evaluaron las siguientes variables:

- Número de brotes: Esta actividad se realizó en fecha (26/04/2020 - 26/05/2020), mediante el conteo y registro de la cantidad de brotes existentes en las diversas estacas de Sauco propagadas en el experimento, considerando dos evaluaciones.
- Longitud de brotamiento de brote: de fechas (26/04/2020 - 26/05/2020), mediante la medición en (mm) con una regla a nivel de cada uno de los brotes existentes en las diversas estacas de Sauco propagadas en el experimento, considerando dos evaluaciones.
- Número de hojas por brote: Se realizó en fechas (26/05/2020 - 26/06/2020), mediante el conteo y registro de la cantidad de hojas existentes por cada uno de los brotes en las diversas estacas de Sauco, considerando dos evaluaciones.
- Longitud de hoja apical: se realizó en fechas (26/05/2020 - 26/06/2020), con una regla se realizó la medición en cm de cada una de las hojas existentes en los brotes de las estacas de Sauco, considerando dos evaluaciones.
- Número de estacas en mortandad: se realizó en fechas (26/04/2020 - 26/05/2020), esta evaluación fue realizada mediante el conteo y registro de la cantidad de estacas de Sauco muertas, considerando dos evaluaciones a los dos primeros meses.

- Número de raíces fasciculadas por estaca: en fecha 26 de junio del 2020, mediante el conteo y registro de la cantidad de raíces existentes en las diversas estacas de Sauco, considerando una evaluación.
- Longitud promedio de raíces de estacas: en fecha 26 de junio del 2020, con una regla se realizó la medición en cm de la longitud de raíces existentes en las diversas estacas de Sauco, considerando una evaluación.
- Número total de estacas muertas: Mediante el conteo y registro de la cantidad de estacas muertas de Sauco a causa de baja temperatura, considerando una evaluación al tercer mes.
- Porcentaje de daño por helada: en fecha 26 de junio del 2020, se realizó mediante el conteo y registro de la cantidad de estacas muertas por baja temperatura en relación al número de estacas que sobrevivieron en el experimento.
- Análisis económico: Para realizar el análisis económico de los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se ha realizado el cálculo a nivel de infraestructura, material vegetativo, sustratos, insumos – materiales y mano de obra utilizados para la producción en un vivero de 1400 plantas de Sauco.

Fotografía 04

Evaluaciones



5.6. Procesamiento de la información

Posterior a la ejecución de la investigación en gabinete se procedió a realizar el procesamiento de la información obtenida de las variables evaluadas, para lo cual se hizo empleo del programa Microsoft Excel 2016, de esta forma ordenar la información en cuadros ordenados y verticalizados. Posterior a ello, se efectuó el análisis de varianza con el propósito de poder indicar cuál de los tratamientos evaluados mediante las diferentes variables reportan diferencias estadísticas significativas o similitud a una confiabilidad del 95%; para ello se hizo empleo del software estadístico Minitab v.18. Así mismo en este software se realizaron las pruebas de análisis de medias o de comparaciones tukey entre tratamientos, para poder determinar cuál de los tratamientos empleados en el experimento reporta la mejor característica; esta comparación de medias se realizará considerando a un nivel de significancia del 5% $p < 0.05$.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Características agrobotánicas de las estacas de Sauco

6.1.1. Número de brotes por estacas de Sauco

Para realizar la evaluación agrobotánica del número de brotes por estaca de Sauco, se ha realizado el conteo y registro de la cantidad de brotes existentes en las diversas estacas de Sauco propagadas en el experimento; esta actividad fue realizada durante dos evaluaciones con la finalidad de poder determinar la influencia del sustrato y tipo de enraizador en el desarrollo y formación de brotes; estos valores ordenados son resumidos en el cuadro 02.

Cuadro 02

Valores ordenados del número de brotes por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
|-------------------|--------------|-----|------|-----|------|------|-----|----------|----------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 1.6 | 9.6 | 1.37 |
| Bloque II | 0.8 | 1.4 | 1.2 | 1.4 | 1.2 | 1.6 | 0.8 | 8.4 | 1.20 |
| Bloque III | 1.2 | 1 | 0.4 | 1.2 | 1.2 | 1.6 | 1.2 | 7.8 | 1.11 |
| Bloque IV | 1.2 | 1.8 | 1.6 | 1 | 1.2 | 1.6 | 1.2 | 9.6 | 1.37 |
| Σ | 4.4 | 5.6 | 4.6 | 4.8 | 5 | 6.2 | 4.8 | 35.4 | 5.06 |
| Promedio | 1.1 | 1.4 | 1.15 | 1.2 | 1.25 | 1.55 | 1.2 | 8.85 | 1.26 |

En referencia a la variable evaluada número de brotes por estaca de Sauco, se ha realizado el análisis de varianza en función a los diferentes tratamientos empleados en la investigación compuesto por los factores tipo de biosólido empleado y enraizadores comerciales. Respecto a ello, se ha identificado en la investigación efectuada que, a un 95% de confiabilidad no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos utilizados, lo cual indica que estadísticamente ninguno de los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco tuvo mayor influencia entre un tipo y otro; así mismo se identifica igualdad estadística

entre los bloques. El coeficiente de variación es de 21.9%, el mismo que indica una alta confiabilidad de los datos obtenidos; estos datos obtenidos se muestran en el cuadro 03.

Cuadro 03

Análisis de varianza del número de brotes por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p | Sig. |
|---------------|-----------|---------------|-----------|----------------|----------------|-------------|
| Bloque | 3 | 0.3471 | 0.11571 | 1.51 | 0.247 | |
| Tratamiento | 6 | 0.5943 | 0.09905 | 1.29 | 0.311 | N.S |
| Error | 18 | 1.3829 | 0.07683 | | | |
| Total | 27 | 2.3243 | | | CV | 21.9 |

Al haber realizado el análisis de varianza al 95% de confiabilidad se pudo visualizar que no existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos empleados, por lo cual se procedió a realizar el análisis de comparaciones de medias Tukey, con la finalidad de poder identificar cuál de los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco utilizando diferentes biosólidos y enraizadores, presentó mejores resultados respecto a la variable evaluada número de brotes. Es así que, conforme se puede observar en el cuadro 04, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Raízmaster obtuvo los mejores resultados con un promedio de 1.55 unidades de brotes por estaca el mismo que presenta diferencias estadísticas significativas respecto a los otros tratamientos empleados. Así mismo, los tratamientos que obtuvieron la menor cantidad de brotes fueron los compuestos por Tierra agrícola, Biosólido y Arena – Raízmaster con una media de 1.150 y el tratamiento testigo con una media de 1.10 unidades.

Cuadro 04:

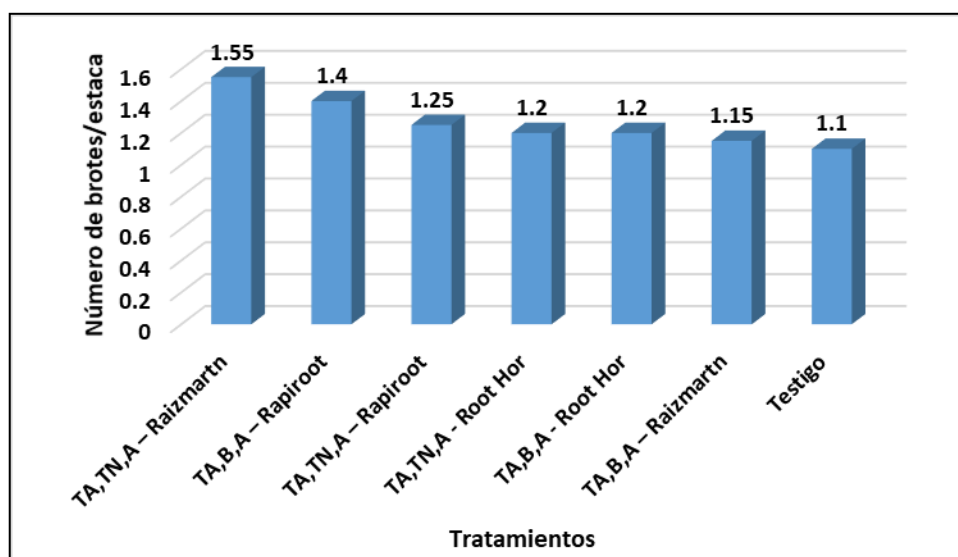
Comparaciones de medias Tukey del número de brotes por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Tratamiento | N | Media | Agrupación | | |
|----------------------|---|--------|------------|---|----|
| | | | 5% | | 1% |
| TA,TN,A – Raízmaster | 4 | 1.5500 | A | | A |
| TA,B,A – Rapid Root | 4 | 1.400 | A | B | A |
| TA,TN,A – Rapid Root | 4 | 1.2500 | A | B | A |
| TA,TN,A - Root Hor | 4 | 1.200 | A | B | A |
| TA,B,A - Root Hor | 4 | 1.2000 | A | B | A |
| TA,B,A – Raízmaster | 4 | 1.150 | A | B | A |
| Testigo | 4 | 1.100 | | B | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Gráfico 03

Comparaciones de medias Tukey del número de brotes por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores



6.1.2. Longitud de brotamiento de estacas de Sauco

Para efectuar la evaluación agrobotánica del número de la longitud de brotamiento de estacas de Sauco, se ha realizado la medición en (mm) a nivel de cada uno de los brotes existentes

en las diversas estacas de Sauco propagadas en el experimento; esta actividad fue realizada durante dos evaluaciones con la finalidad de poder determinar la influencia del sustrato y tipo de enraizador en el desarrollo y longitud de brotamiento; estos valores ordenados son resumidos en el cuadro 05.

Cuadro 05

Valores ordenados de la longitud de brotamiento de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
|-------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 6.92 | 10.14 | 8.66 | 6.44 | 9.92 | 15.76 | 10.18 | 68.02 | 9.72 |
| Bloque II | 4.82 | 9.16 | 11.28 | 6.6 | 7.26 | 5.98 | 6.04 | 51.14 | 7.31 |
| Bloque III | 14.06 | 8.96 | 4.32 | 11.24 | 6.4 | 8.6 | 9.38 | 62.96 | 8.99 |
| Bloque IV | 6.8 | 5.04 | 3.4 | 8.52 | 7.2 | 6.9 | 13.66 | 51.52 | 7.36 |
| Σ | 32.6 | 33.3 | 27.66 | 32.8 | 30.78 | 37.24 | 39.26 | 233.64 | 33.38 |
| Promedio | 8.15 | 8.325 | 6.915 | 8.2 | 7.695 | 9.31 | 9.815 | 58.41 | 8.34 |

En relación a la variable evaluada longitud de brotes de estacas de Sauco, se ha realizado el análisis de varianza en función a los diferentes tratamientos empleados en la investigación compuesto por los factores tipo de biosólido empleado y enraizadores comerciales. Respecto a ello, se ha identificado en la investigación efectuada que, a un 95% de confiabilidad no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos utilizados, lo cual indica que estadísticamente ninguno de los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco tuvo mayor influencia entre un tipo y otro; así mismo se identifica igualdad estadística entre los bloques. El coeficiente de variación es de 38.5%, el mismo que indica una confiabilidad de los datos obtenidos; estos datos obtenidos se muestran en el cuadro 06.

Cuadro 06

Análisis de varianza de la longitud de brotamiento de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p | Sig. |
|--------------|-----------|---------------|--------|---------|-----------|-------------|
| Bloque | 3 | 30.48 | 10.161 | 0.99 | 0.422 | |
| Tratamiento | 6 | 22.48 | 3.746 | 0.36 | 0.893 | N.S |
| Error | 18 | 185.67 | 10.315 | | | |
| Total | 27 | 238.63 | | | CV | 38.5 |

Tal como se señaló anteriormente que, según el análisis de varianza que al 95% de confiabilidad existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos empleados, se procedió a realizar el análisis de comparaciones de medias Tukey, con la finalidad de poder identificar cuál de los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco utilizando diferentes biosólidos y enraizadores, presentó mejores resultados respecto a la variable longitud de brotes. Es así que, conforme se puede observar en el cuadro 07, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo los mejores resultados con un promedio de 9.81 mm, seguido del tratamiento Tierra agrícola, Tierra negra y Arena con el enraizador Raízmaster que obtuvo una longitud de brotes promedio de 9.31 mm. Así mismo, se obtuvo que, el tratamiento que presentó la menor longitud de brotes fue el compuesto por Tierra agrícola, Tierra negra y Arena con el enraizador Rapid Root con un valor medio de 7.695 mm así como también el tratamiento Tierra agrícola, Biosólido y Arena en presencia del enraizador Raízmaster con un valor promedio de 6.91 mm.

Cuadro 07

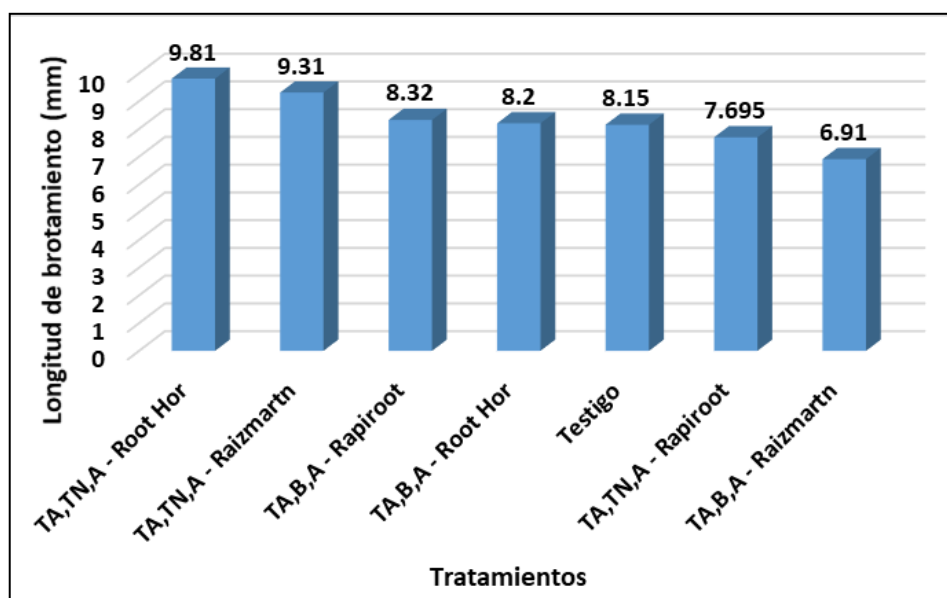
Comparaciones de medias Tukey de la longitud de brotamiento de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Tratamiento | N | Media | Agrupación | |
|----------------------|---|-------|------------|----|
| | | | 5% | 1% |
| TA,TN,A - Root Hor | 4 | 9.81 | A | A |
| TA,TN,A - Raízmaster | 4 | 9.31 | A | A |
| TA,B,A – Rapid Root | 4 | 8.32 | A | A |
| TA,B,A - Root Hor | 4 | 8.20 | A | A |
| Testigo | 4 | 8.15 | A | A |
| TA,TN,A – Rapid Root | 4 | 7.695 | A | A |
| TA,B,A – Raízmaster | 4 | 6.91 | A | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Gráfico 04

Comparaciones de medias Tukey de la longitud de brotamiento de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores



6.1.3. Número de hojas por brotes de estacas de Sauco

Para realizar la evaluación agrobotánica del número de hojas por brote de estacas de Sauco, se ha realizado el conteo y registro de la cantidad de hojas existentes por cada uno de los brotes en las diversas estacas de Sauco propagadas en el experimento; esta actividad fue realizada durante dos evaluaciones con la finalidad de poder determinar la influencia del sustrato y tipo de enraizador en el desarrollo y formación de hojas; estos valores ordenados son resumidos en el cuadro 8.

Cuadro 8

Valores ordenados del número de hojas por brote de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
|-------------------|--------------|------|-----|------|------|------|------|----------|----------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 5.4 | 4.6 | 5.6 | 3.4 | 4.8 | 6 | 5.4 | 35.2 | 5.03 |
| Bloque II | 2.6 | 4.8 | 4 | 5.4 | 4.8 | 4 | 0 | 25.6 | 3.66 |
| Bloque III | 4.6 | 4.2 | 2.2 | 4 | 3 | 3.8 | 4.6 | 26.4 | 3.77 |
| Bloque IV | 5 | 5.6 | 4.2 | 5 | 5.2 | 4.6 | 5.8 | 35.4 | 5.06 |
| Σ | 17.6 | 19.2 | 16 | 17.8 | 17.8 | 18.4 | 15.8 | 122.6 | 17.51 |
| Promedio | 4.4 | 4.8 | 4 | 4.45 | 4.45 | 4.6 | 3.95 | 30.65 | 4.38 |

En referencia a la variable evaluada número de hojas por brote en estacas de Sauco, se ha realizado el análisis de varianza en función a los diferentes tratamientos empleados en la investigación compuesto por los factores tipo de biosólido empleado y enraizadores comerciales. Respecto a ello, se ha identificado en la investigación efectuada que, a un 95% de confiabilidad no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos utilizados, lo cual indica que estadísticamente los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco no tuvieron mayor influencia entre un tipo y otro. El coeficiente de variación es de 29.00%, el mismo que indica una confiabilidad de los datos obtenidos; estos datos obtenidos se muestran en el cuadro 09.

Cuadro 09

Análisis de varianza del número de hojas por brote de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p | Sig. |
|--------------|-----------|---------------|--------|---------|-----------|--------------|
| Bloque | 3 | 12.404 | 4.1348 | 2.56 | 0.087 | |
| Tratamiento | 6 | 2.257 | 0.3762 | 0.23 | 0.960 | N.S |
| Error | 18 | 29.046 | 1.6137 | | | |
| Total | 27 | 43.707 | | | CV | 29.00 |

Según el análisis de comparaciones de medias Tukey, respecto a los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco utilizando diferentes biosólidos y enraizadores, se puede apreciar en el cuadro 10 que, para la variable evaluada número de hojas el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Biosólido y Arena y el enraizador Rapid Root obtuvo los mejores resultados con un promedio de 4.80 hojas, seguido del tratamiento compuesto por Tierra Agrícola, Tierra negra y Arena con el enraizador Raízmaster con un valor promedio de 4.60 unidades de hojas. Así mismo, los tratamientos que obtuvieron la menor cantidad de hojas fueron los compuestos por el tratamiento Tierra agrícola, Biosólido y Arena en el enraizador Raízmaster con una media de 4.40, así como también el tratamiento Tierra agrícola, Tierra negra y Arena con el enraizador Root Hor con un valor medio de 3.95 unidades de hojas.

Cuadro 10

Comparaciones de medias Tukey del número de hojas por brote de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

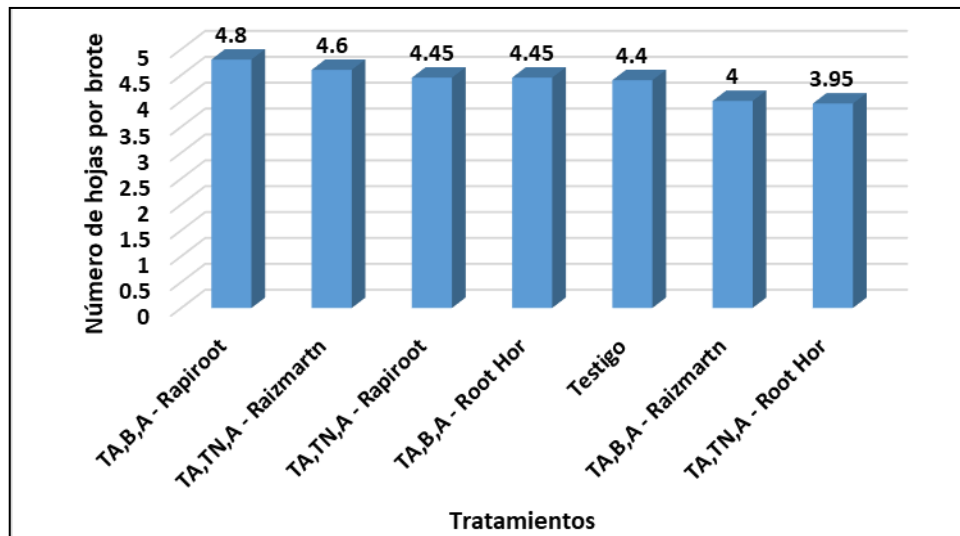
| Tratamiento | N | Media | Agrupación | |
|----------------------|---|-------|------------|----|
| | | | 5% | 1% |
| TA,B,A – Rapid Root | 4 | 4.800 | A | A |
| TA,TN,A - Raízmaster | 4 | 4.600 | A | A |
| TA,TN,A – Rapid Root | 4 | 4.450 | A | A |
| TA,B,A - Root Hor | 4 | 4.450 | A | A |

| | | | | |
|---------------------|---|-------|---|---|
| Testigo | 4 | 4.400 | A | A |
| TA,B,A - Raízmaster | 4 | 4.000 | A | A |
| TA,TN,A - Root Hor | 4 | 3.95 | A | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Gráfico 05

Comparaciones de medias Tukey del número de hojas por brote de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores



6.1.4. Longitud de hoja de estacas de Sauco

Para realizar la evaluación agrobotánica longitud de hoja de estacas de Sauco, se ha realizado la medición en cm de cada una de las hojas existentes en los brotes de las estacas de Sauco propagadas en el experimento; esta actividad fue realizada durante dos evaluaciones con la finalidad de poder determinar la influencia del sustrato y tipo de enraizador en el desarrollo y longitud de hojas; estos valores ordenados son resumidos en el cuadro 11.

Cuadro 11

Valores ordenados de la longitud de hoja de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
|-------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|----------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 9.14 | 8.98 | 9.4 | 6.56 | 10.5 | 14.42 | 10.28 | 69.28 | 9.90 |
| Bloque II | 8.62 | 9.22 | 9.36 | 10.98 | 10.32 | 10.02 | 10.7 | 69.22 | 9.89 |
| Bloque III | 11.12 | 8.54 | 5.16 | 8.48 | 7.72 | 7.1 | 11.6 | 59.72 | 8.53 |
| Bloque IV | 9.98 | 9.72 | 8.66 | 10.78 | 10.64 | 11.22 | 13.6 | 74.6 | 10.66 |
| Σ | 38.86 | 36.46 | 32.58 | 36.8 | 39.18 | 42.76 | 46.18 | 272.82 | 38.97 |
| Promedio | 9.715 | 9.115 | 8.145 | 9.2 | 9.795 | 10.69 | 11.545 | 68.205 | 9.74 |

En relación a la variable evaluada longitud de hoja de estacas de Sauco, se ha realizado el análisis de varianza en función a los diferentes tratamientos empleados en la investigación compuesto por los factores tipo de biosólido empleado y enraizadores comerciales. Referente a ello, se ha identificado en la investigación que, a un 95% de confiabilidad estadísticamente los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco no tuvieron mayor influencia entre un tipo y otro. El coeficiente de variación es de 17.63%, el mismo que indica una alta confiabilidad de los datos obtenidos; estos datos obtenidos se muestran en el cuadro 12.

Cuadro 12

Análisis de varianza de la longitud de hoja de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p | Sig. |
|--------------|-----------|--------------|-------|---------|-----------|--------------|
| Bloque | 3 | 16.44 | 5.480 | 1.86 | 0.173 | |
| Tratamiento | 6 | 29.56 | 4.927 | 1.67 | 0.186 | N.S |
| Error | 18 | 53.10 | 2.950 | | | |
| Total | 27 | 99.10 | | | CV | 17.63 |

De acuerdo al análisis de comparaciones de medias Tukey, se puede apreciar en el cuadro 13 que, para la variable longitud de hojas el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo los mejores resultados con un promedio de 11.545 cm, seguido del tratamiento Tierra Agrícola, Tierra negra y Arena con el enraizador Raízmaster. Así mismo, los tratamientos que obtuvieron la menor longitud de hojas fueron los compuestos por el tratamiento Tierra agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Rapid Root el mismo que obtuvo una media de 9.115 cm, así como también el tratamiento Tierra agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Raízmaster con una media de 8.14 cm.

Cuadro 13

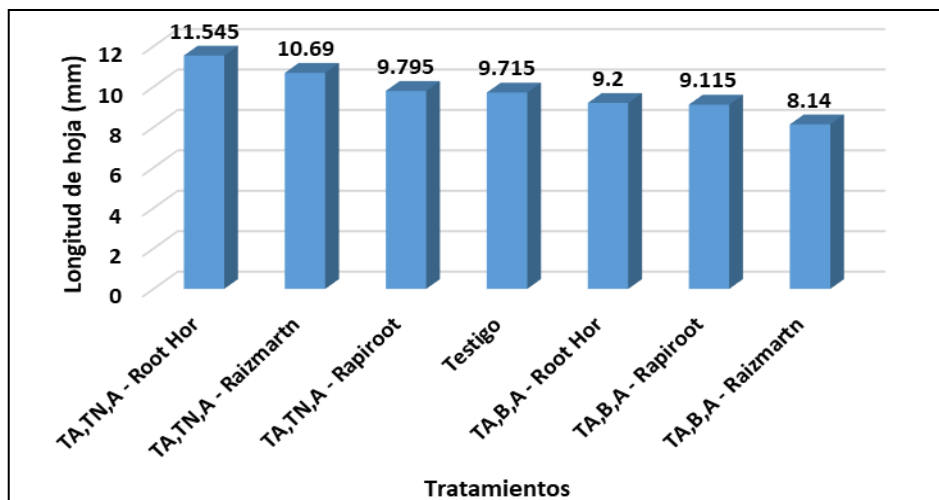
Comparaciones de medias Tukey de la longitud de hoja de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Tratamiento | N | Media | Agrupación | |
|----------------------|---|--------|------------|----|
| | | | 5% | 1% |
| TA,TN,A - Root Hor | 4 | 11.545 | A | A |
| TA,TN,A - Raízmaster | 4 | 10.69 | A | A |
| TA,TN,A – Rapid Root | 4 | 9.795 | A | A |
| Testigo | 4 | 9.715 | A | A |
| TA,B,A - Root Hor | 4 | 9.20 | A | A |
| TA,B,A – Rapid Root | 4 | 9.115 | A | A |
| TA,B,A - Raízmaster | 4 | 8.14 | A | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Gráfico 06

Comparaciones de medias Tukey de la longitud de hoja de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores



6.2. Mortandad y enraizamiento de las estacas de Sauco

6.2.1. Número de estacas en mortalidad global de Sauco

Para realizar la evaluación del número de estacas en mortalidad de Sauco, se ha realizado el conteo y registro de la cantidad de estacas de Sauco muertas que fueron propagadas inicialmente en el experimento; esta actividad fue realizada durante dos evaluaciones con la finalidad de poder determinar la influencia del sustrato y tipo de enraizador en la mortalidad de estacas; estos valores ordenados son resumidos en el cuadro 14.

Cuadro 14

Valores ordenados del número de estacas en mortandad de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
|------------|--------------|-------|-------|------|------|-------|------|----------|----------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 9 | 17 | 29 | 26 | 13 | 28 | 18 | 140 | 20.00 |
| Bloque II | 28 | 6 | 14 | 15 | 6 | 8 | 21 | 98 | 14.00 |
| Bloque III | 34 | 13 | 39 | 32 | 41 | 20 | 30 | 209 | 29.86 |
| Bloque IV | 17 | 13 | 11 | 9 | 10 | 13 | 9 | 82 | 11.71 |
| Σ | 88 | 49 | 93 | 82 | 70 | 69 | 78 | 529 | 75.57 |
| Promedio | 22 | 12.25 | 23.25 | 20.5 | 17.5 | 17.25 | 19.5 | 132.25 | 18.89 |

En referencia a la variable evaluada número de estacas en mortandad de Sauco, se ha realizado el análisis de varianza en función a los diferentes tratamientos empleados en la investigación compuesto por los factores tipo de biosólido empleado y enraizadores comerciales. Respecto a ello, se ha identificado en la investigación efectuada que, a un 95% de confiabilidad no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos utilizados, lo cual indica que ninguno de los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco tuvo influencia entre un tipo y otro. El coeficiente de variación es de 41.6%, el mismo que indica una confiabilidad de los datos obtenidos; estos datos se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15

Análisis de varianza del número de estacas en mortandad de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p | Sig. |
|--------------|-----------|---------------|--------|---------|-----------|-------------|
| Bloque | 3 | 1378.4 | 459.46 | 7.43 | 0.002 | |
| Tratamiento | 6 | 321.4 | 53.57 | 0.87 | 0.538 | N.S |
| Error | 18 | 1112.9 | 61.83 | | | |
| Total | 27 | 2812.7 | | | CV | 41.6 |

Se procedió a realizar el análisis de comparaciones de medias Tukey, con la finalidad de poder identificar cuál de los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco utilizando diferentes biosólidos y enraizadores, presentó mejores resultados respecto a la variable evaluada número de estacas en mortandad. Es así que, conforme se puede observar en el cuadro 16, el tratamiento compuesto por Tierra agrícola, Biosólido y Arena en presencia del enraizador Raízmaster obtuvo la mayor mortandad de estacas propagadas con un promedio de 23.25 unidades, seguido del tratamiento Testigo con un promedio de 22.0 estacas muertas; así mismo, los tratamientos que obtuvieron la menor cantidad de estacas muertas fue el compuesto por Tierra agrícola, Tierra negra y Arena en presencia del enraizador Raízmaster con un valor promedio de 17.25 unidades y el tratamiento compuesto por Tierra agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Rapid Root con un valor promedio de 17.25 unidades de estacas muertas.

Cuadro 16

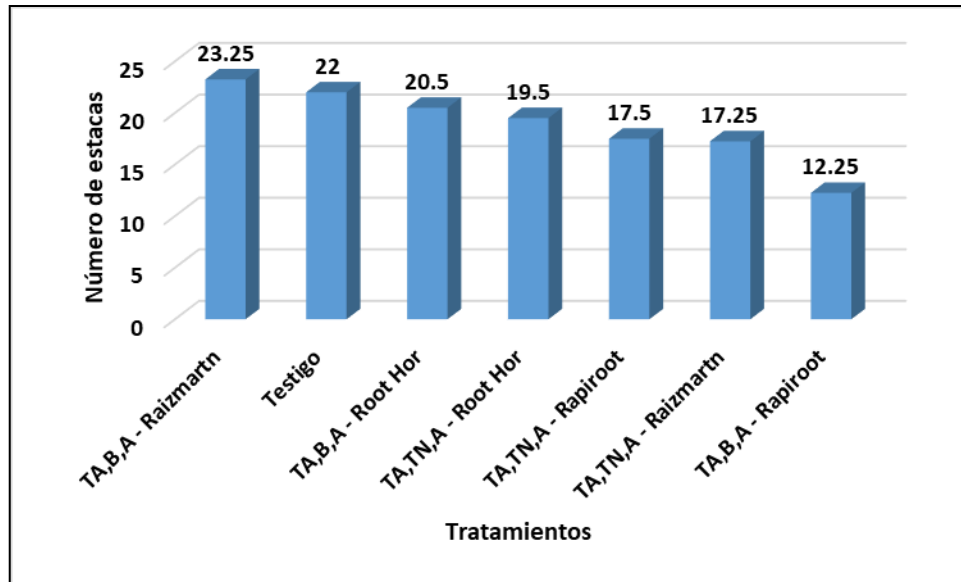
Comparaciones de medias Tukey del número de estacas en mortandad de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Tratamiento | N | Media | Agrupación | |
|----------------------|---|-------|------------|----|
| | | | 5% | 1% |
| TA,B,A - Raízmaster | 4 | 23.25 | A | A |
| Testigo | 4 | 22.00 | A | A |
| TA,B,A - Root Hor | 4 | 20.50 | A | A |
| TA,TN,A - Root Hor | 4 | 19.50 | A | A |
| TA,TN,A – Rapid Root | 4 | 17.50 | A | A |
| TA,TN,A - Raízmaster | 4 | 17.25 | A | A |
| TA,B,A – Rapid Root | 4 | 12.25 | A | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Gráfico 07

Comparaciones de medias Tukey del número de estacas en mortandad de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores



6.2.2. Número de raíces fasciculadas por estaca de Sauco

Para efectuar la evaluación del número de raíces por estaca de Sauco, se ha realizado el conteo y registro de la cantidad de raíces existentes en las diversas estacas de Sauco propagadas en el experimento; esta actividad fue realizada durante una evaluación 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 17.

Cuadro 17

Valores ordenados del número de raíces por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
|-------------------|--------------|------|------|-----|------|------|------|------|----------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 2 | 3 | 1.8 | 2.6 | 3 | 2.8 | 2.4 | 17.6 | 2.51 |
| Bloque II | 2.2 | 2 | 2.4 | 2 | 2.2 | 2.2 | 2.6 | 15.6 | 2.23 |
| Bloque III | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 2 | 1.8 | 1.4 | 2.6 | 12 | 1.71 |
| Bloque IV | 1.6 | 1.8 | 2 | 1.8 | 2 | 1.8 | 2.2 | 13.2 | 1.89 |
| Σ | 7.4 | 8.2 | 7.4 | 8.4 | 9 | 8.2 | 9.8 | 58.4 | 8.34 |
| Promedio | 1.85 | 2.05 | 1.85 | 2.1 | 2.25 | 2.05 | 2.45 | 14.6 | 2.09 |

En relación a la variable evaluada número de raíces por estaca de Sauco, se ha realizado el análisis de varianza en función a los diferentes tratamientos empleados en la investigación compuesto por los factores tipo de biosólido empleado y enraizadores comerciales. Respecto a ello, se ha identificado en la investigación efectuada que, a un 95% de confiabilidad no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos utilizados, lo cual indica que estadísticamente ninguno de los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco tuvo mayor influencia entre un tipo y otro; así mismo se identifica diferencias estadísticas entre los bloques. El coeficiente de variación es de 16.37%, el mismo que indica una alta confiabilidad de los datos obtenidos; estos datos obtenidos se muestran en el cuadro 18.

Cuadro 18

Análisis de varianza del número de raíces por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p | Sig. |
|--------------|-----------|--------------|--------|---------|-----------|--------------|
| Bloque | 3 | 2.674 | 0.8914 | 7.62 | 0.002 | |
| Tratamiento | 6 | 1.094 | 0.1824 | 1.56 | 0.216 | N.S |
| Error | 18 | 2.106 | 0.1170 | | | |
| Total | 27 | 5.874 | | | CV | 16.37 |

Determinándose según el análisis de varianza que al 95% de confiabilidad existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos empleados, se procedió a realizar el análisis de comparaciones de medias Tukey, con la finalidad de poder identificar cuál de los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco utilizando diferentes biosólidos y enraizadores, presentó mejores resultados respecto a la variable evaluada número de raíces. Es así que, conforme se puede observar en el cuadro 19, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo los mejores resultados con un promedio de 2.45 raíces por estaca seguido del tratamiento compuesto por Tierra agrícola, Tierra negra y Arena con el enraizador Rapid Root que obtuvo un valor promedio de 2.250 raíces por estaca. Así mismo, los tratamientos que obtuvieron la menor cantidad de raíces fueron los compuestos por el tratamiento testigo con un valor promedio de 1.850 raíces por estaca y el tratamiento compuesto por Tierra agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Raízmaster que obtuvo un valor promedio de 1.85 raíces por estaca.

Cuadro 19

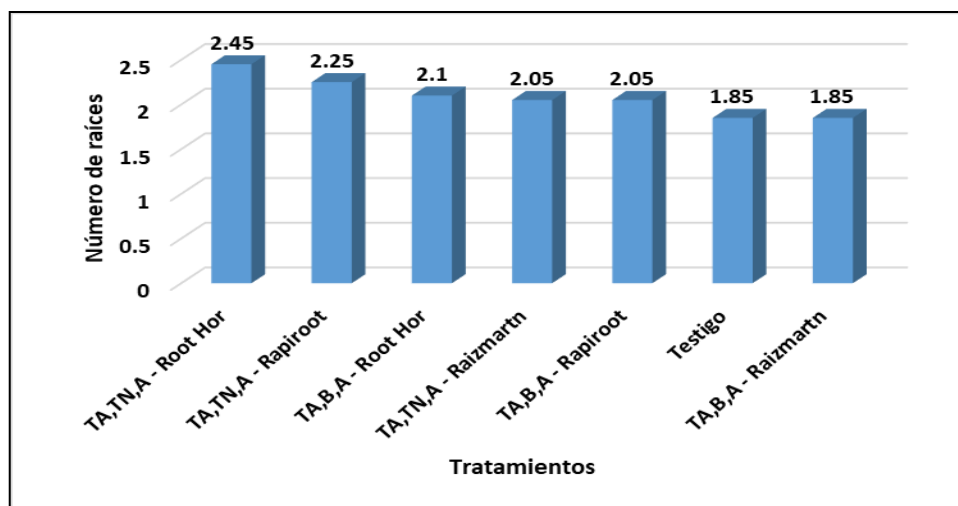
Comparaciones de medias Tukey del número de raíces por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Tratamiento | N | Media | Agrupación | |
|----------------------|---|--------|------------|----|
| | | | 5% | 1% |
| TA,TN,A - Root Hor | 4 | 2.4500 | A | A |
| TA,TN,A – Rapid Root | 4 | 2.250 | A | A |
| TA,B,A - Root Hor | 4 | 2.100 | A | A |
| TA,TN,A - Raízmaster | 4 | 2.050 | A | A |
| TA,B,A – Rapid Root | 4 | 2.050 | A | A |
| Testigo | 4 | 1.850 | A | A |
| TA,B,A - Raízmaster | 4 | 1.850 | A | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Gráfico 08

Comparaciones de medias Tukey del número de raíces por estaca de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores



6.2.3. Longitud media de raíces de estacas de Sauco

Para realizar la evaluación de la longitud media de raíces de estacas de Sauco, se ha realizado la medición en cm de la longitud de raíces existentes en las diversas estacas de Sauco propagadas en el experimento; esta actividad fue realizada durante una evaluación con la finalidad de poder determinar la influencia del sustrato y tipo de enraizador en la longitud de raíces; estos valores ordenados son resumidos en el cuadro 20.

Cuadro 20

Valores ordenados de la longitud media de raíces de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
|-------------------|--------------|-------|--------|-------|------|-------|-------|---------|----------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 10.12 | 9.46 | 9.3 | 9.62 | 11 | 10.8 | 11.64 | 71.94 | 10.28 |
| Bloque II | 9.82 | 9.7 | 9.78 | 10.84 | 9.94 | 9.34 | 9.7 | 69.12 | 9.87 |
| Bloque III | 10 | 8.18 | 7.52 | 9.2 | 7.18 | 7.82 | 10.32 | 60.22 | 8.60 |
| Bloque IV | 9.82 | 9.48 | 7.95 | 9.26 | 9.28 | 8.86 | 10.22 | 64.87 | 9.27 |
| Σ | 39.76 | 36.82 | 34.55 | 38.92 | 37.4 | 36.82 | 41.88 | 266.15 | 38.02 |
| Promedio | 9.94 | 9.205 | 8.6375 | 9.73 | 9.35 | 9.205 | 10.47 | 66.5375 | 9.51 |

En referencia a la variable evaluada longitud de raíces de estacas de Sauco, se ha realizado el análisis de varianza en función a los diferentes tratamientos empleados en la investigación compuesto por los factores tipo de biosólido empleado y enraizadores comerciales. Respecto a ello, se ha identificado en la investigación efectuada que, a un 95% de confiabilidad no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos utilizados, lo cual indica que estadísticamente ninguno de los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco tuvo mayor influencia entre un tipo y otro. El coeficiente de variación es de 7.8%, el mismo que indica una alta confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 21

Análisis de varianza de la longitud media de raíces de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p | Sig. |
|---------------|-----------|---------------|-----------|----------------|----------------|-------------|
| Bloque | 3 | 11.221 | 3.7404 | 6.79 | 0.003 | |
| Tratamiento | 6 | 8.511 | 1.4184 | 2.57 | 0.056 | N.S |
| Error | 18 | 9.922 | 0.5512 | | | |
| Total | 27 | 29.654 | | | CV | 7.8 |

Determinándose que, según el análisis de varianza al 95% de confiabilidad existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos empleados, se procedió a realizar el análisis de comparaciones de medias Tukey, con la finalidad de poder identificar cuál de los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco utilizando diferentes biosólidos y enraizadores, presentó mejores resultados respecto a la variable evaluada longitud de raíces. Es así que, conforme se puede observar en el cuadro 22, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo los mejores resultados con una longitud promedio de 10.47 cm, seguido del tratamiento Testigo que obtuvo una longitud de 9.94 cm de raíz. Así mismo, los tratamientos que obtuvieron la menor longitud de raíces fueron los compuestos por Tierra

agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Rapid Root con un valor promedio de 9.205 cm y el tratamiento compuesto por Tierra agrícola, Biosólido y Arena en presencia del enraizador Raízmaster con una longitud de raíz promedio de 8.638 cm.

Cuadro 22

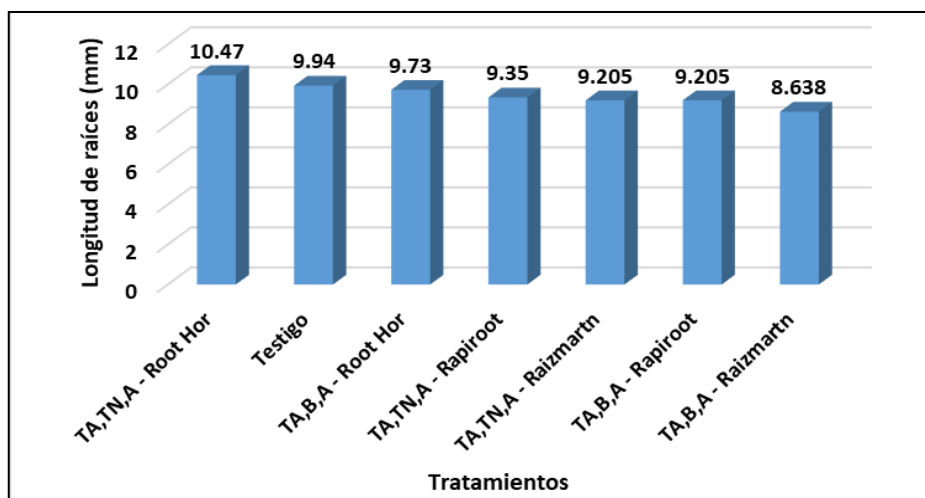
Comparaciones de medias Tukey de la longitud media de raíces de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Tratamiento | N | Media | Agrupación | |
|----------------------|---|--------|------------|----|
| | | | 5% | 1% |
| TA,TN,A - Root Hor | 4 | 10.470 | A | A |
| Testigo | 4 | 9.9400 | A | A |
| TA,B,A - Root Hor | 4 | 9.730 | A | A |
| TA,TN,A – Rapid Root | 4 | 9.350 | A | A |
| TA,TN,A – Raízmaster | 4 | 9.205 | A | A |
| TA,B,A – Rapid Root | 4 | 9.205 | A | A |
| TA,B,A – Raízmaster | 4 | 8.638 | A | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Gráfico 09

Comparaciones de medias Tukey de la longitud media de raíces de estacas de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores



6.3. Mortandad y daño por baja temperatura en estacas de Sauco

6.3.1. Número de estacas muertas de Sauco por baja temperatura

Para realizar la evaluación del número de estacas muertas de Sauco, se ha realizado el conteo y registro de la cantidad de estacas muertas de Sauco a causa de la baja temperatura, las mismas que fueron propagadas en el experimento; esta actividad fue realizada en una evaluación con la finalidad de poder determinar la influencia del sustrato y tipo de enraizador en la resistencia de las estacas a este fenómeno climatológico; valores que se muestran en el cuadro 23.

Cuadro 23

Valores ordenados del número de estacas muertas por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
|-------------------|--------------|-------|-------|------|------|-------|------|----------|----------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 28 | 17 | 29 | 26 | 13 | 28 | 18 | 159 | 22.71 |
| Bloque II | 28 | 6 | 14 | 15 | 6 | 8 | 21 | 98 | 14.00 |
| Bloque III | 34 | 13 | 39 | 32 | 41 | 20 | 30 | 209 | 29.86 |
| Bloque IV | 17 | 13 | 11 | 9 | 10 | 13 | 9 | 82 | 11.71 |
| Σ | 107 | 49 | 93 | 82 | 70 | 69 | 78 | 548 | 78.29 |
| Promedio | 26.75 | 12.25 | 23.25 | 20.5 | 17.5 | 17.25 | 19.5 | 137 | 19.57 |

En referencia a la variable evaluada número de estacas muertas por baja temperatura de Sauco, se ha realizado el análisis de varianza en función a los diferentes tratamientos empleados en la investigación compuesto por los factores tipo de biosólido empleado y enraizadores comerciales. Respecto a ello, se ha identificado en la investigación efectuada que, a un 95% de confiabilidad no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, lo cual indica que estadísticamente los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco no tuvieron mayor influencia entre un tipo y otro; así mismo se identifica igualdad estadística entre los bloques. El coeficiente de variación es de 34.26%,

el mismo que indica una confiabilidad de los datos; estos datos obtenidos se muestran en el cuadro 24.

Cuadro 24

Análisis de varianza del número de estacas muertas por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p | Sig. |
|---------------|-----------|---------------|-----------|----------------|----------------|--------------|
| Bloque | 3 | 1459.1 | 486.38 | 10.82 | 0.000 | |
| Tratamiento | 6 | 516.9 | 86.14 | 1.92 | 0.133 | N.S |
| Error | 18 | 808.9 | 44.94 | | | |
| Total | 27 | 2784.9 | | | CV | 34.26 |

Según el análisis de varianza al 95% de confiabilidad no existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos empleados; se realizó el análisis Tukey, para identificar cuál de los tratamientos utilizados, presentó mejores resultados respecto a la variable evaluada número de estacas muertas por baja temperatura. Es así que, conforme se puede observar en el cuadro 25, el tratamiento Testigo obtuvo la mayor cantidad de estacas muertas por baja temperatura con un promedio de 26.75, seguido del tratamiento compuesto por Tierra agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Raízmaster con un promedio de 23.25 estacas muertas. Así mismo, los tratamientos que obtuvieron la menor cantidad de estacas muertas por helada fueron los compuestos por Tierra agrícola, Tierra negra y Arena en presencia del enraizador Raízmaster con un promedio de 17.25 estacas muertas y Tierra agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Rapid Root con un valor promedio de 12.25 estacas muertas.

Cuadro 25

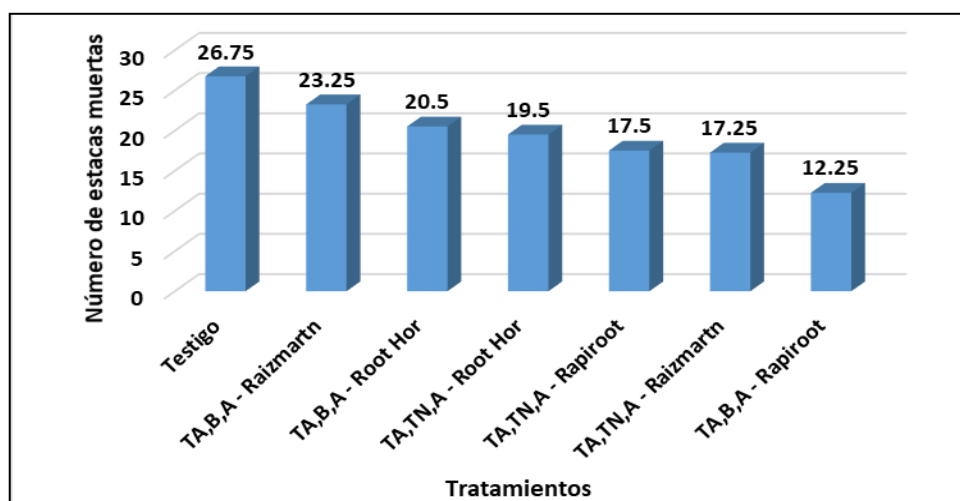
Comparaciones de medias Tukey del número de estacas muertas por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Tratamiento | N | Media | Agrupación | |
|----------------------|---|-------|------------|----|
| | | | 5% | 1% |
| Testigo | 4 | 26.75 | A | A |
| TA,B,A – Raízmaster | 4 | 23.25 | A | A |
| TA,B,A - Root Hor | 4 | 20.50 | A | A |
| TA,TN,A - Root Hor | 4 | 19.50 | A | A |
| TA,TN,A – Rapid Root | 4 | 17.50 | A | A |
| TA,TN,A - Raízmaster | 4 | 17.25 | A | A |
| TA,B,A – Rapid Root | 4 | 12.25 | A | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Gráfico 10

Comparaciones de medias Tukey del número de estacas muertas por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores



6.3.2. Porcentaje de daño en Sauco por baja temperatura

Para efectos de realizar la evaluación del porcentaje de daño por baja temperatura en Sauco, se ha realizado el conteo y registro de la cantidad de estacas muertas por baja temperatura en relación al número de estacas que sobrevivieron en el experimento; esta labor fue

efectuado con la finalidad de poder determinar la influencia del sustrato y tipo de enraizador en la resistencia de las estacas propagadas ante este fenómeno climatológico para lo cual, estos valores ordenados se muestran en el cuadro 26.

Cuadro 26

Valores ordenados del porcentaje de daño por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
|-------------------|--------------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|----------|----------|
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 42 | 24 | 27 | 19 | 30 | 42 | 30 | 214 | 30.57 |
| Bloque II | 26 | 30 | 28 | 34 | 31 | 32 | 34 | 215 | 30.71 |
| Bloque III | 35 | 24 | 15 | 25 | 23 | 20 | 35 | 177 | 25.29 |
| Bloque IV | 25 | 27 | 25 | 30 | 31 | 34 | 38 | 210 | 30.00 |
| Σ | 128 | 105 | 95 | 108 | 115 | 128 | 137 | 816 | 116.57 |
| Promedio | 32 | 26.25 | 23.75 | 27 | 28.75 | 32 | 34.25 | 204 | 29.14 |

En referencia a la variable evaluada porcentaje de daño por baja temperatura de Sauco, se ha realizado el análisis de varianza en función a los diferentes tratamientos empleados en la investigación compuesto por los factores tipo de biosólido empleado y enraizadores comerciales. Respecto a ello, se ha identificado en la investigación efectuada que, a un 95% de confiabilidad no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos utilizados, lo cual indica que estadísticamente los tratamientos utilizados en la propagación de estacas de Sauco no tuvieron mayor influencia entre un tipo y otro; así mismo se identifica igualdad estadística entre los bloques. El coeficiente de variación es de 20.40%, el mismo que indica una alta confiabilidad de los datos obtenidos; estos datos se muestran en el cuadro 27.

Cuadro 27

Análisis de varianza del porcentaje de daño por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p | Sig. |
|---------------|-----------|---------------|-----------|----------------|----------------|-------------|
| Bloque | 3 | 140.9 | 46.95 | 1.33 | 0.296 | |
| Tratamiento | 6 | 338.4 | 56.40 | 1.60 | 0.205 | N.S |
| Error | 18 | 636.1 | 35.34 | | | |
| Total | 27 | 1115.4 | | | C.V | 20.4 |

Según el análisis de varianza al 95% de confiabilidad no existen diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos empleados; se realizó el análisis Tukey, para identificar cuál de los tratamientos utilizados, presentó mejores resultados respecto a la variable evaluada porcentaje de daño por baja temperatura. Es así que, tal como se muestra en el cuadro 28, el tratamiento compuesto por Tierra agrícola, Tierra negra y Arena obtuvo el mayor porcentaje de daño por baja temperatura con un promedio de 34.25%, seguido del tratamiento Testigo con un promedio de 32.00% de daño.

Cuadro 28

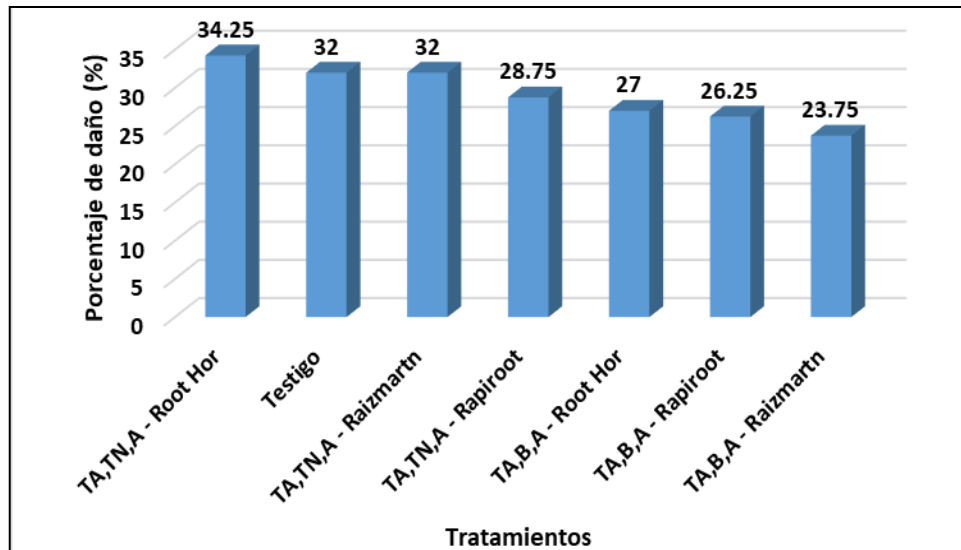
Porcentaje de medias Tukey del porcentaje de daño por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores

| Tratamiento | N | Media | Agrupación | |
|----------------------|----------|--------------|-------------------|-----------|
| | | | 5% | 1% |
| TA,TN,A - Root Hor | 4 | 34.25 | A | A |
| Testigo | 4 | 32.00 | A | A |
| TA,TN,A - Raízmaster | 4 | 32.00 | A | A |
| TA,TN,A – Rapid Root | 4 | 28.75 | A | A |
| TA,B,A - Root Hor | 4 | 27.00 | A | A |
| TA,B,A – Rapid Root | 4 | 26.25 | A | A |
| TA,B,A - Raízmaster | 4 | 23.75 | A | A |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Gráfico 11

Porcentaje de medias Tukey del porcentaje de daño por baja temperatura de Sauco con la aplicación de biosólidos y enraizadores



6.4. Costo de producción

En concordancia a ello, se determina que, para realizar la propagación de 1400 estacas de Sauco, el mayor costo es incurrido en la construcción de la infraestructura del vivero donde se realizará la propagación, siendo este mismo una infraestructura de carácter permanente; en cuanto al costo en la adquisición del material vegetativo, este también tiene un valor uniforme para todos los tratamientos, teniendo que cubrir un valor de S/. 400.00; en cuanto al costo en la adquisición de los sustratos, el mayor valor es asumido en la incorporación de biosólido al sustrato; así mismo en los insumos materiales, el mayor valor es asumido en la adquisición de los enraizadores Root Hor y Raízmaster.

Cuadro 29

Costo de producción de 1400 plantas de Sauco utilizando diferentes biosólidos y enraizadores

| Tratamiento | Infraestructura | Material Vegetativo | Sustratos | Insumos Materiales | Mano de obra | Total (S/.) | Total (\$) 3.45 |
|---|------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|
| Testigo | S/. 597.00 | S/. 640.00 | S/. 90.00 | S/. 124.00 | S/. 300.00 | S/. 1751.00 | \$ 507.50 |
| Tierra agrícola – Biosólido – Arena – Rapid Root | S/. 597.00 | S/. 640.00 | S/. 268.60 | S/. 234.00 | S/. 300.00 | S/. 2039.60 | \$ 591.20 |
| Tierra agrícola – Biosólido – Arena - Root Hor | S/. 597.00 | S/. 640.00 | S/. 268.60 | S/. 244.00 | S/. 300.00 | S/. 2049.60 | \$ 594.10 |
| Tierra agrícola – Biosólido – Arena - Raízmaster | S/. 597.00 | S/. 640.00 | S/. 268.60 | S/. 244.00 | S/. 300.00 | S/. 2049.60 | \$ 594.10 |
| Tierra agrícola – Tierra negra – Arena - Rapid Root | S/. 597.00 | S/. 640.00 | S/. 120.00 | S/. 234.00 | S/. 300.00 | S/. 1891.00 | \$ 548.10 |
| Tierra agrícola – Tierra negra – Arena - Root Hor | S/. 597.00 | S/. 640.00 | S/. 120.00 | S/. 244.00 | S/. 300.00 | S/. 1901.00 | \$ 551.00 |
| Tierra agrícola – Tierra negra – Arena - Raízmaster | S/. 597.00 | S/. 640.00 | S/. 120.00 | S/. 244.00 | S/. 300.00 | S/. 1901.00 | \$ 551.00 |

Fuente, Elaboración propia

6.5. Discusión

6.5.1. Características agrobotánicas de las estacas de Sauco

Número de brotes por estaca de Sauco

En la presente investigación, se obtuvo que, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Raízmaster obtuvo los mejores resultados con un promedio de 1.55 brotes por estaca.

Palma H. (2017) en su investigación realizada respecto al número de brotes, en la especie Sauco propagada obteniendo con promedios de los tratamientos T1, T2, T3, lograron mayores números de estacas con emisión de brotes, con la aplicación de Enraizadoras (Rooter, Rapid Root y Raizones Plus), En cambio para el T4, se obtuvo menor desarrollo en la emisión de brotes, debido a que no se aplicó ninguna hormona. Analizando el gráfico se observa con ligera ventaja en la emisión de brotes al tratamiento al T1 (Rooter) y T2 (Rapid root) con una media 19.75 seguido T3 (Raizone plus) con una media de 19 y al T4 (Sin enraizador) posee una media de 15.25 brotes y se ubica en el último lugar; como se ven estos promedios son mayores al obtenido en la investigación.

Longitud de brotamiento de estacas de Sauco

El tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo los mejores resultados con un promedio de 9.81 mm el mismo que presenta diferencias estadísticas significativas respecto a los otros tratamientos empleados.

Tal como se pudo apreciar para esta variable evaluada no se puede visualizar una influencia del enraizador ni del tipo de sustrato tal como mencionan otros autores.

Número de hojas por brote de estacas de Sauco

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Biosólido y Arena y el enraizador Rapi Root obtuvo los mejores resultados con un promedio de 4.80 hojas.

Cardenas D. y Paredes C. (2017) se puede observar que en la primera evaluación, sobre salió estadísticamente el sustrato piedra pómez con 23.38 hojas en promedio, luego en el segunda y tercera evaluación, los mejores sustratos fueron la piedra pómez y composta, con 30.75 y 25.63 hojas para la segunda y 35.81 y 29.36 hojas, en promedio para la tercera evaluación, no habiendo significancia entre ellas, los tratamientos con sustrato tierra de chacra tuvieron valores de cero, por el tipo de suelo y calidad de agua de riego.

Longitud de hoja de estacas de Sauco

Según los resultados obtenidos en la investigación, tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo los mejores resultados con un promedio de 11.545 cm.

No se reportan trabajos sobre longitud de hojas de estaca de Sauco.

6.5.2. Mortandad y enraizamiento de las estacas de Sauco

Número de estacas en mortandad de Sauco

En la presente investigación, los tratamientos compuestos por Tierra agrícola, Tierra negra y Arena en presencia del enraizador Raizmaster obtuvieron la menor cantidad de mortandad en estacas con un valor promedio de 17.25 estacas muertas y Tierra agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Rapi Root con un valor promedio de 12.25 estacas muertas.

Palma H. (2017) determinó en su investigación realizada que en la especie Sauco obtuvo donde se puede observar que los tratamientos como Rooter, Rapid Root, Raizone Plus y el Testigo que se instalaron para cada tratamiento 100 estacas de las cuales no todas enraizaron en condiciones óptimas para campo. En el gráfico N° 11. Se muestra el porcentaje de sobrevivencia al final de la investigación del total de estacas instaladas en la investigación. Para las Enraizadoras comerciales de Rooter (T1), Rapit root (T2) fue el que presentó mayor porcentaje de sobrevivencia con (90%), seguido de la Tratamiento Raizone plus (T3) con 86%. El que menos porcentaje de enraizado con 68% fue el compuesto el testigo sin la aplicación de enraizador (T4).

Número de raíces por estaca de Sauco

En la investigación realizada, se pudo apreciar que el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo los mejores resultados con un promedio de 2.45 raíces por estaca.

Palma H. (2017) en su investigación realizada, determinó que, en la especie Sauco se observa que los tratamientos como Rapid Root presenta una media 12.50, Rooter y Raizone Plus con una media 12.25 y el testigo presenta una media 11.75 llegando a la conclusión que existe una diferencia numérica y no estadísticamente entre los tratamientos evaluados

Longitud de raíces de estacas de Sauco

En la presente investigación, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo los mejores resultados con una longitud promedio de 10.47 cm, a comparación de los demás tratamientos.

Palma H. (2017) determinó en su investigación realizada que la especie Sauco registró que los tratamientos como Rapid Root presenta una media 15.6, Rooter y Raizone Plus con una

media 15.5 y el testigo presenta una media 14.75 llegando a la conclusión que existe una diferencia numérica y no estadísticamente entre los tratamientos evaluados por lo tanto la gráfica muestra las medias homogéneas

6.5.3. Mortandad y daño por baja temperatura en estacas de Sauco

Número de estacas muertas de Sauco por baja temperatura

El tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Biosólido y Arena y el enraizador Raizmaster obtuvieron la mayor cantidad de estacas muertas por baja temperatura mínima media mensual en °C registrada en el mes de junio de -0.2, con un promedio de 23.25 unidades, a comparación de los demás tratamientos.

Este resultado obtenido, muestra el tipo de resistencia que tiene esta especie al fenómeno climatológico de baja temperatura en condiciones de vivero, con la influencia de los tipos de enraizadores y biosólidos empleados.

Porcentaje de daño por baja temperatura en Sauco

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, en cuanto al porcentaje de daño por baja temperatura mínima media mensual en °C registrada en el mes de junio de -0.2, el tratamiento que presentó el menor porcentaje de daño fue Tierra agrícola, Biosólido, Arena con el enraizador Raizmaster con un promedio de 23.75% de daño.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

De acuerdo a los objetivos específicos propuestos en la presente investigación, se arribaron a las siguientes conclusiones:

1. En lo que concierne a las características agrobotánicas de las estacas de Sauco, en cuanto a la variable número de brotes por estaca de Sauco, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Raizmaster obtuvo los mejores resultados con un promedio de 1.55 brotes por estaca; referido a la longitud de brotamiento de estacas de Sauco, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo la mayor longitud con un promedio de 9.81 mm. Respecto al número de hojas por brote de estacas de Sauco, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Biosólido y Arena y el enraizador Rapiroot obtuvo los mejores resultados con un promedio de 4.80 hojas; en cuanto a la longitud de hoja de estacas de Sauco, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo la mayor longitud, con un promedio de 11.545 cm.
2. Respecto a la mortandad y enraizamiento de las estacas de Sauco, en cuanto a la variable número de estacas en mortandad, los tratamientos compuestos por Tierra agrícola, Tierra negra y Arena en presencia del enraizador Raizmaster obtuvo la menor cantidad de mortandad en estacas con un valor promedio de 17.25 estacas muertas y Tierra agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Rapi Root con un valor promedio de 12.25 estacas muertas; referido al número de raíces por estaca de Sauco, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo la mayor cantidad de raíces con un promedio de 2.45 raíces por estaca. En

cuanto a la longitud de raíces de estacas de Sauco, el tratamiento compuesto por los sustratos Tierra agrícola, Tierra negra y Arena y el enraizador Root Hor obtuvo la mayor longitud de raíz, con un valor promedio de 10.47 cm.

3. Respecto al objetivo que planteó determinar la mortandad y daño por helada en estacas de Sauco, en cuanto a la variable número de estacas muertas por helada, el tratamiento Tierra agrícola, Biosólido y Arena con el enraizador Rapi Root obtuvo la menor mortandad, con un valor promedio de 12.25 estacas muertas; respecto al porcentaje de daño por helada, el tratamiento que presentó el menor porcentaje de daño fue Tierra agrícola, Biosólido, Arena con el enraizador Raizmaster con un promedio de 23.75% de daño.
4. En cuanto al análisis económico de los diferentes tratamientos empleados en el experimento, se calculó que, para la producción de 1400 plantas de Sauco, los tratamientos que representaron el mayor valor fueron aquellos compuestos por Tierra agrícola – Biosólido – Arena y enraizador Root Hor, así como también en el sustrato Tierra agrícola – Biosólido – Arena utilizando el enraizador Raizmaster, con un valor de S/. 2049.60.

7.2. Sugerencias

En referencia a las conclusiones arribadas en la investigación, se sugiere lo siguiente:

1. Utilizar los resultados obtenidos en la investigación con enfoque práctico, con la finalidad de que sean incorporados por los productores de plantones de Sauco en un programa de propagación vegetativa.
2. Continuar con el desarrollo de investigaciones orientadas a la propagación vegetativa de Sauco a nivel de otros sustratos y tipos de enraizadores, con la finalidad de poder generar discusión a los resultados arribados en el estudio.
3. Desarrollar la propagación vegetativa de Sauco en épocas de verano y primavera, considerando la alta susceptibilidad que los plantones de Sauco denotan, tal como ha sido comprobado en la investigación.
4. Se sugiere a los productores de plantones de Sauco, utilizar los resultados obtenidos en la investigación a nivel del análisis económico, con la finalidad de poder gestionar de mejor manera los costos al momento de realizar la propagación de esta especie.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. (1991). *Los Sustratos Hortícolas*. In: II Congreso Nacional de Fertirrigación. Almería: Almería, 18 - 20 septiembre. Fundación para la Investigación Agraria en la provincia de Almería.
- Agenio, C. (1964). *Enciclopedia de avicultura*. Madrid: España-Calpe
- AGROINFORMACIÓN. (2006). *Recurso forestal sauco*. (www.ciedperu.org)
- Azcón, J., y Talón, M. (2000). *Fundamentos de la Fisiología Vegetal*. Barcelona-España: McGraw-Hill/Interamericana.
- Badilla, Y., 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.
- Cahuana, J. (1991). *Elaboración de una bebida alcohólica a partir de "Saúco" (Sambucus peruviana (Kunth) R. Bolli. H.B.K.)*. Tesis Ing. Alimentario. Lima, PE. UNALM.
- Calderón, E. (1989). *Fruticultura general, el esfuerzo del hombre*. México: Editorial Limusa. Tercera edición.
- Cardenas D. y Paredes C. (2013). Diseño, construcción y funcionamiento de un módulo de enraizamiento de Sauco (*Sambucus peruviana H.B.K.*), utilizando tres tipos de sustrato y tres dosis de ANA (Ácido Naftalenacetico), en el fundo "La banda", Arequipa – Perú.

- Cardoso, L., y E. Ramírez, V. (2001). *Manejo de lodos residuales en México, XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. Brasil. Obtenido de <http://www.femisca.org/publicaciones/XIVcongreso/XIVCNIS158.pdf>
- Carmen, P., Uriel, F., Guillermo, G., Rodolfo, J., y Ignacio, O. (2010). *Aplicación de biosólidos al suelo y su efecto sobre contenido de materia orgánica y nutrimentos*. Chapingo, México: Terra Latinoamericana.
- Cerón, A., González, A., y Guzmán, J. (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.
- Chuquicaja, C. (2012). Apuntes y material del curso valoración forestal. Ln. Lima, PE, UNALM.
- Coletto, J.M. (1994). *Crecimiento y desarrollo de las especies frutales*. Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa, segunda edición.
- Cortes, F. (1986) "Histología Vegetal Básica". Madrid - España: Editorial H. Blume
- Cronquist, A. (1988). Introducción a la botánica. Compendio Editorial Continental S.A.VI Edición.
- De La Calle, J. (1984). Análisis de Costos Unitarios para la Construcción Civil. Primera Edición. Perú.10p
- Figuroa, D. (2003). La institución forestal productiva en Ecuador: Estudio de caso del programa forestal. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales de Ecuador, 14-15p.

- Galindo 2003. Dendrología y propagación vegetativa de "Sauco" *Sambucus peruviana* H. B. K. con muestras tomadas a tres niveles de la rama (en línea). Consultado 2 de diciembre 2013. Tesis para optar el título Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Gonzales Quispe Ricardo, (2010). Texto universitario, facultad de Agronomía y Zootecnia. UNSAAC.
- Hartmann, H. y Kester, D. (1994). *Propagación de plantas, principios y prácticas*. México: Editorial Continental. S.A. 3a reimpresión
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, L. (2003). *Metodología de la Investigación*. Chile: Mc Graw Hill.
- Hernández, A. y Alfaro, L. (2003). *Microbiología Industrial*. 267 p.
- Honda, R. (1986). *Investigación de antocianinas en el sauco*. Tesis Universidad Nacional de Callao - Perú.
- IDMA (Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente) (2000). *El saúco y sus bondades*. Abancay, PE. Programa de Desarrollo Rural Sostenible.
- 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.
- MINAG (Ministerio de Agricultura del Perú) (2006). *Portal Agrario – Recurso Forestal* (en línea). Consultado 15 ago. 2015. Disponible en http://www.portalagrario.gob.pe/rrnn_saúco.shtml.
- Palacios, J. (1997). *Plantas Medicinales Nativas del Perú*. CONCYTEC, Lima.
- Pantigoso, H. (2007). *Costos y presupuestos en construcción*. Megabyte. Primera edición. Perú.15p
- Palma, H. (2017). Utilización de hormonas enraizadoras en la propagación vegetativa del Sauco (*Sambucus peruviana HBK.*) en el vivero de kesari distrito de circa – abancay.
- PERÚ ACORDE, (2000). *Sauco. Estudio económico Productivo del Perú*. Lima-Perú. Lamina 81-A.
- Polimeni, R. (1994). *Contabilidad de Costos: conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales*. McGraw-Hill.
- Porco, F., y Terrazas, J. (2009). *Producción de Plantas en Viveros. Flores Forestales, Frutales y Aromáticas*. La Paz-Bolivia: Campo Iris S.R.L.
- 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.
- SEDACUSCO. (s.f). *Proyecto - Comercialización de Biosólidos PTAR - San Jerónimo*. Cusco-Perú: SEDACUSCO.
- Sencion, G. (2002). *Valoración económica de un ecosistema: bosque tropical Peten, Guatemala*. Documento de trabajo. Universidad de La República, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Economía. Documento No 15/02. 31p
- Soudre, M., Mesen, F., Del Castillo, D., y Guerra, H. (2008). *Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas*. Pucallpa-Perú: IIAP.
- Tapia, M. y Fries, A. (2007). *Guía de Campo de los Cultivos Andinos*. Lima - Perú: FAO ANPE. Millenium Digital. Primera edición.
- Thimann, K. (1977). *Hormone action in the whole life of plants*. Massachusetts: Universidad de Massachusetts.
- Uribe, J. (2011). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. FEDEGÁN – FNG, CIPAV, Bogotá, Colombia. 78 p
- 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

Cuadro 01: Número de brotes por estaca

| Número de brotes por estaca | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|-----|------|-----|------|------|-----|----------|----------|
| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 1.2 | 1.4 | 1.4 | 1.6 | 9.6 | 1.37 |
| Bloque II | 0.8 | 1.4 | 1.2 | 1.4 | 1.2 | 1.6 | 0.8 | 8.4 | 1.20 |
| Bloque III | 1.2 | 1 | 0.4 | 1.2 | 1.2 | 1.6 | 1.2 | 7.8 | 1.11 |
| Bloque IV | 1.2 | 1.8 | 1.6 | 1 | 1.2 | 1.6 | 1.2 | 9.6 | 1.37 |
| Σ | 4.4 | 5.6 | 4.6 | 4.8 | 5 | 6.2 | 4.8 | 35.4 | 5.06 |
| Promedio | 1.1 | 1.4 | 1.15 | 1.2 | 1.25 | 1.55 | 1.2 | 8.85 | 1.26 |

Cuadro 02: Número de estacas en mortandad

| Número de estacas en mortandad | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|
| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 9.00 | 17.00 | 29.00 | 26.00 | 13.00 | 28.00 | 18.00 | 140 | 20.00 |
| Bloque II | 28.00 | 6.00 | 14.00 | 15.00 | 6.00 | 8.00 | 21.00 | 98 | 14.00 |
| Bloque III | 34.00 | 13.00 | 39.00 | 32.00 | 41.00 | 20.00 | 30.00 | 209 | 29.86 |
| Bloque IV | 17.00 | 13.00 | 11.00 | 9.00 | 10.00 | 13.00 | 9.00 | 82 | 11.71 |
| Σ | 88 | 49 | 93 | 82 | 70 | 69 | 78 | 529 | 75.57 |
| Promedio | 22 | 12.25 | 23.25 | 20.5 | 17.5 | 17.25 | 19.5 | 132.25 | 18.89 |

Cuadro 03: Longitud de brotamiento

| Longitud de brotamiento | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|
| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 6.92 | 10.14 | 8.66 | 6.44 | 9.92 | 15.76 | 10.18 | 68.02 | 9.72 |
| Bloque II | 4.82 | 9.16 | 11.28 | 6.6 | 7.26 | 5.98 | 6.04 | 51.14 | 7.31 |
| Bloque III | 14.06 | 8.96 | 4.32 | 11.24 | 6.4 | 8.6 | 9.38 | 62.96 | 8.99 |
| Bloque IV | 6.8 | 5.04 | 3.4 | 8.52 | 7.2 | 6.9 | 13.66 | 51.52 | 7.36 |
| Σ | 32.6 | 33.3 | 27.66 | 32.8 | 30.78 | 37.24 | 39.26 | 233.64 | 33.38 |
| Promedio | 8.15 | 8.325 | 6.915 | 8.2 | 7.695 | 9.31 | 9.815 | 58.41 | 8.34 |

Cuadro 04: Número de hojas por brote

| Número de hojas por brote | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------|------|-----|------|------|------|------|----------|----------|
| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 5.4 | 4.6 | 5.6 | 3.4 | 4.8 | 6 | 5.4 | 35.2 | 5.03 |
| Bloque II | 2.6 | 4.8 | 4 | 5.4 | 4.8 | 4 | 0 | 25.6 | 3.66 |
| Bloque III | 4.6 | 4.2 | 2.2 | 4 | 3 | 3.8 | 4.6 | 26.4 | 3.77 |
| Bloque IV | 5 | 5.6 | 4.2 | 5 | 5.2 | 4.6 | 5.8 | 35.4 | 5.06 |
| Σ | 17.6 | 19.2 | 16 | 17.8 | 17.8 | 18.4 | 15.8 | 122.6 | 17.51 |
| Promedio | 4.4 | 4.8 | 4 | 4.45 | 4.45 | 4.6 | 3.95 | 30.65 | 4.38 |

Cuadro 05: Longitud de hoja

| Longitud de hoja | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|----------|
| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 9.14 | 8.98 | 9.4 | 6.56 | 10.5 | 14.42 | 10.28 | 69.28 | 9.90 |
| Bloque II | 8.62 | 9.22 | 9.36 | 10.98 | 10.32 | 10.02 | 10.7 | 69.22 | 9.89 |
| Bloque III | 11.12 | 8.54 | 5.16 | 8.48 | 7.72 | 7.1 | 11.6 | 59.72 | 8.53 |
| Bloque IV | 9.98 | 9.72 | 8.66 | 10.78 | 10.64 | 11.22 | 13.6 | 74.6 | 10.66 |
| Σ | 38.86 | 36.46 | 32.58 | 36.8 | 39.18 | 42.76 | 46.18 | 272.82 | 38.97 |
| Promedio | 9.715 | 9.115 | 8.145 | 9.2 | 9.795 | 10.69 | 11.545 | 68.205 | 9.74 |

Cuadro 06: Número de raíces por estaca

| Número de raíces por estaca | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|------|------|-----|------|------|------|----------|----------|
| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 2 | 3 | 1.8 | 2.6 | 3 | 2.8 | 2.4 | 17.6 | 2.51 |
| Bloque II | 2.2 | 2 | 2.4 | 2 | 2.2 | 2.2 | 2.6 | 15.6 | 2.23 |
| Bloque III | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 2 | 1.8 | 1.4 | 2.6 | 12 | 1.71 |
| Bloque IV | 1.6 | 1.8 | 2 | 1.8 | 2 | 1.8 | 2.2 | 13.2 | 1.89 |
| Σ | 7.4 | 8.2 | 7.4 | 8.4 | 9 | 8.2 | 9.8 | 58.4 | 8.34 |
| Promedio | 1.85 | 2.05 | 1.85 | 2.1 | 2.25 | 2.05 | 2.45 | 14.6 | 2.09 |

Cuadro 07: Longitud de raíces

| Longitud de raíces | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|-------|--------|-------|------|-------|-------|----------|----------|
| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 10.12 | 9.46 | 9.3 | 9.62 | 11 | 10.8 | 11.64 | 71.94 | 10.28 |
| Bloque II | 9.82 | 9.7 | 9.78 | 10.84 | 9.94 | 9.34 | 9.7 | 69.12 | 9.87 |
| Bloque III | 10 | 8.18 | 7.52 | 9.2 | 7.18 | 7.82 | 10.32 | 60.22 | 8.60 |
| Bloque IV | 9.82 | 9.48 | 7.95 | 9.26 | 9.28 | 8.86 | 10.22 | 64.87 | 9.27 |
| Σ | 39.76 | 36.82 | 34.55 | 38.92 | 37.4 | 36.82 | 41.88 | 266.15 | 38.02 |
| Promedio | 9.94 | 9.205 | 8.6375 | 9.73 | 9.35 | 9.205 | 10.47 | 66.5375 | 9.51 |

Cuadro 08: Número de estacas en mortandad por helada

| Número de estacas en mortandad por helada | | | | | | | | | |
|---|--------------|-------|-------|------|------|-------|------|----------|----------|
| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 28 | 17 | 29 | 26 | 13 | 28 | 18 | 159 | 22.71 |
| Bloque II | 28 | 6 | 14 | 15 | 6 | 8 | 21 | 98 | 14.00 |
| Bloque III | 34 | 13 | 39 | 32 | 41 | 20 | 30 | 209 | 29.86 |
| Bloque IV | 17 | 13 | 11 | 9 | 10 | 13 | 9 | 82 | 11.71 |
| Σ | 107 | 49 | 93 | 82 | 70 | 69 | 78 | 548 | 78.29 |
| Promedio | 26.75 | 12.25 | 23.25 | 20.5 | 17.5 | 17.25 | 19.5 | 137 | 19.57 |

Cuadro 09: Porcentaje de daño por helada

| Porcentaje de daño por helada | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|----------|----------|
| Bloques | Tratamientos | | | | | | | Σ | Promedio |
| | Testigo | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | | |
| Bloque I | 42 | 24 | 27 | 19 | 30 | 42 | 30 | 214 | 30.57 |
| Bloque II | 26 | 30 | 28 | 34 | 31 | 32 | 34 | 215 | 30.71 |
| Bloque III | 35 | 24 | 15 | 25 | 23 | 20 | 35 | 177 | 25.29 |
| Bloque IV | 25 | 27 | 25 | 30 | 31 | 34 | 38 | 210 | 30.00 |
| Σ | 128 | 105 | 95 | 108 | 115 | 128 | 137 | 816 | 116.57 |
| Promedio | 32 | 26.25 | 23.75 | 27 | 28.75 | 32 | 34.25 | 204 | 29.14 |

Anexo 02: Costos producidos por tratamientos para la producción de 1400 plantas de Sauco

TRATAMIENTO (TESTIGO)

TRATAMIENTO (T)

T (3:1) = TIERRA AGRICOLA - ARENA DE RIO

1. Cuadro 01: INFRAESTRUCTURA (área 150 m2)

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor | Puntal 3m*4' | 12 | 10.00 | 120.00 |
| 02 | Alambre galvanizado | Kg | 2 | 10.00 | 20.00 |
| 03 | Clavos de 3' | Kg | 1 | 7.00 | 7.00 |
| 04 | Grapas | Kg | 1 | 10.00 | 10.00 |
| 05 | Malla rashell de 90% | M | 55 | 8.00 | 440.00 |

2. Cuadro 02: MATERIAL VEGETATIVO

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Estacas de sauco | ciento | 16 | S/. 40.00 | S/. 640.00 |

3. Cuadro 03: SUSTRATOS

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|-----------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Tierra agrícola | M3 | 1.125 | 40.00 | 45.00 |
| 02 | Arena | M3 | 0.375 | 120.00 | 45.00 |

4. Cuadro 04: INSUMOS Y MATERIALES

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Desinfectante de sustrato – (pentacloruro) | unid | 1 | 65.00 | 65.00 |
| 02 | Sanix | kg | 1 | 29.00 | 29.00 |
| 03 | Bolsas de 5*7 | MILLAR | 1.5 | 30.00 | 30.00 |

5. Cuadro 07: MANO DE OBRA

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| 01 | Construcción de infraestructura | Jornal | 2 | 40.00 | 80.00 |
| 02 | Apertura de camas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 03 | Zarandeo de sustrato y mezclado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 04 | Embolsado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 05 | Instalación de estacas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 06 | Riego | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 07 | Deshierbe 1 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 08 | Deshierbe 2 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |

TRATAMIENTO (A1B1)

A1 (3:2:1) = TIERRA AGRÍCOLA – BIOSÓLIDO - ARENA DE RIO

B1 = RAPID ROOT

1. Cuadro 01: INFRAESTRUCTURA (Área 150 m2)

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor | Puntal 3m*4' | 12 | 10.00 | 120.00 |
| 02 | Alambre galvanizado | Kg | 2 | 10.00 | 20.00 |
| 03 | Clavos de 3' | Kg | 1 | 7.00 | 7.00 |
| 04 | Grapas | Kg | 1 | 10.00 | 10.00 |
| 05 | Malla rashell de 90% | M | 55 | 8.00 | 440.00 |

2. Cuadro 02: MATERIAL VEGETATIVO

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Estacas de sauco | ciento | 16 | S/. 40.00 | S/. 640.00 |

3. Cuadro 03: SUSTRATOS

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|-----------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Tierra agrícola | M3 | 0.855 | 40.00 | 34.20 |
| 02 | Arena | M3 | 0.22 | 120.00 | 26.40 |
| 03 | Biosólido | Sacos | 8 | 26.00 | 208.00 |

4. Cuadro 04: INSUMOS Y MATERIALES

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | ENRAIZADOR (RAPID ROOT) | kg | 1 | 110.00 | 110.00 |
| 02 | DESINFECTANTE DE SUSTRATO – (pentacloruro) | Kg | 1 | 65.00 | 65.00 |
| 03 | Sanix | kg | 1 | 29.00 | 29.00 |
| 04 | Bolsas de 5*7 | MILLAR | 1.5 | 30.00 | 30.00 |

5. Cuadro 05: MANO DE OBRA

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| 01 | Construcción de infraestructura | Jornal | 2 | 40.00 | 80.00 |
| 02 | Apertura de camas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 03 | Zarandeo de sustrato y mezclado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 04 | Embolsado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 05 | Instalación de estacas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 06 | Riego | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 07 | Deshierbe 1 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 08 | Deshierbe 2 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |

TRATAMIENTO (A1B2)

A1 (3:2:1) = TIERRA AGRÍCOLA – BIOSÓLIDO - ARENA DE RIO

B2: RAIZMASTER

1. Cuadro 01: INFRAESTRUCTURA (área 150 m2)

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor | Puntal 3m*4' | 12 | 10.00 | 120.00 |
| 02 | Alambre galvanizado | Kg | 2 | 10.00 | 20.00 |
| 03 | Clavos de 3' | Kg | 1 | 7.00 | 7.00 |
| 04 | Grapas | Kg | 1 | 10.00 | 10.00 |
| 05 | Malla rashell de 90% | M | 55 | 8.00 | 440.00 |

2. Cuadro 02: MATERIAL VEGETATIVO

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Estacas de sauco | ciento | 16 | S/. 40.00 | S/. 640.00 |

3. Cuadro 03: SUSTRATOS

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|-----------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Tierra agrícola | M3 | 0.855 | 40.00 | 34.20 |
| 02 | Arena | M3 | 0.22 | 120.00 | 26.40 |
| 03 | Biosólido | Sacos | 8 | 26.00 | 208.00 |

4. Cuadro 04: INSUMOS Y MATERIALES

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------|----------|-----------------|---------------|
| 01 | ENRAIZADOR (RAIZMASTER) | litro | 1 | 120.00 | 120.00 |
| 02 | Desinfectante de sustrato – (pentacloruro) | Kg | 1 | 65.00 | 65.00 |
| 03 | Sanix | kg | 1 | 29.00 | 29.00 |
| 04 | Bolsas de 5*7 | MILLAR | 1.5 | 30.00 | 30.00 |

5. Cuadro 05: MANO DE OBRA

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| 01 | Construcción de infraestructura | Jornal | 2 | 40.00 | 80.00 |
| 02 | Apertura de camas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 03 | Zarandeo de sustrato y mezclado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 04 | Embolsado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 05 | Instalación de estacas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 06 | Riego | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 07 | Deshierbe 1 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 08 | Deshierbe 2 | Jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |

TRATAMIENTO (A1B3)

A1 (3:2:1) = TIERRA AGRÍCOLA – BIOSÓLIDO - ARENA DE RIO

B3: ROOT HOR

1. Cuadro 01: INFRAESTRUCTURA (área 150 m2)

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor | Puntal 3m*4' | 12 | 10.00 | 120.00 |
| 02 | Alambre galvanizado | Kg | 2 | 10.00 | 20.00 |
| 03 | Clavos de 3' | Kg | 1 | 7.00 | 7.00 |
| 04 | Grapas | Kg | 1 | 10.00 | 10.00 |
| 05 | Malla rashell de 90% | M | 55 | 8.00 | 440.00 |

2. Cuadro 02: MATERIAL VEGETATIVO

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Estacas de sauco | Ciento | 16 | S/. 40.00 | S/. 640.00 |

3. Cuadro 03: SUSTRATOS

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|-----------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Tierra agrícola | M3 | 0.855 | 40.00 | 34.20 |
| 02 | Arena | M3 | 0.22 | 120.00 | 26.40 |
| 03 | Biosólido | Sacos | 8 | 26.00 | 208.00 |

4. Cuadro 04: INSUMOS Y MATERIALES

| Nº | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | ENRAIZADOR (ROOT HOR) | litro | 1 | 90.0 | 90.00 |
| 02 | Desinfectante de sustrato – (pentacloruro) | Kg | 1 | 65.00 | 65.00 |
| 03 | Sanix | kg | 1 | 29.00 | 29.00 |
| 04 | Bolsas de 5*7 | MILLAR | 1.5 | 30.00 | 30.00 |

5. Cuadro 05: MANO DE OBRA

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| 01 | Construcción de infraestructura | Jornal | 2 | 40.00 | 80.00 |
| 02 | Apertura de camas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 03 | Zarandeo de sustrato y mezclado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 04 | Embolsado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 05 | Instalación de estacas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 06 | Riego | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 07 | Deshierbe 1 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 08 | Deshierbe 2 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |

TRATAMIENTO (A2B1)

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

B1 =RAPID ROOT

1. Cuadro 01: INFRAESTRUCTURA (área 150 m2)

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor | Puntal 3m*4' | 12 | 10.00 | 120.00 |
| 02 | Alambre galvanizado | Kg | 2 | 10.00 | 20.00 |
| 03 | Clavos de 3' | Kg | 1 | 7.00 | 7.00 |
| 04 | Grapas | Kg | 1 | 10.00 | 10.00 |
| 05 | Malla rashell de 90% | M | 55 | 8.00 | 440.00 |

2. Cuadro 02: MATERIAL VEGETATIVO

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Estacas de sauco | ciento | 16 | S/. 40.00 | S/. 640.00 |

3. Cuadro 03: SUSTRATOS

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|-----------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Tierra agrícola | M3 | 0.75 | 40.00 | 30.00 |
| 02 | Tierra negra | M3 | 0.375 | 120.00 | 45.00 |
| 03 | Arena | M3 | 0.375 | 120.00 | 45.00 |

4. Cuadro 05: INSUMOS Y MATERIALES

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | ENRAIZADOR (RAPID ROOT) | kg | 1 | 110.00 | 110.00 |
| 02 | Desinfectante de sustrato – (pentacloruro) | kg | 1 | 65.00 | 65.00 |
| 03 | Sanix | kg | 1 | 29.00 | 29.00 |
| 04 | Bolsas de 5*7 | MILLAR | 1.5 | 30.00 | 30.00 |

5. Cuadro 05: MANO DE OBRA

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| 01 | Construcción de infraestructura | Jornal | 2 | 40.00 | 80.00 |
| 02 | Apertura de camas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 03 | Zarandeo de sustrato y mezclado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 04 | Embolsado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 05 | Instalación de estacas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 06 | Riego | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 07 | Deshierbe 1 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 08 | Deshierbe 2 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |

TRATAMIENTO (A2B2)

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

B2 =RAIZMASTER

1. Cuadro 01: INFRAESTRUCTURA (área 150 m2)

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor | Puntal 3m*4' | 12 | 10.00 | 120.00 |
| 02 | Alambre galvanizado | Kg | 2 | 10.00 | 20.00 |
| 03 | Clavos de 3' | Kg | 1 | 7.00 | 7.00 |
| 04 | Grapas | Kg | 1 | 10.00 | 10.00 |
| 05 | Malla rashell de 90% | M | 55 | 8.00 | 440.00 |

2. Cuadro 02: MATERIAL VEGETATIVO

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Estacas de sauco | ciento | 16 | S/. 40.00 | S/. 640.00 |

3. Cuadro 03: SUSTRATOS

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|-----------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Tierra agrícola | M3 | 0.75 | 40.00 | 30.00 |
| 02 | Tierra negra | M3 | 0.375 | 120.00 | 45.00 |
| 03 | Arena | M3 | 0.375 | 120.00 | 45.00 |

4. Cuadro 04: INSUMOS Y MATERIALES

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | ENRAIZADOR (RAIZMASTER) | Lt | 1 | 120.00 | 120.00 |
| 02 | Desinfectante de sustrato – (pentacloruro) | kg | 1 | 65.00 | 65.00 |
| 03 | Sanix | kg | 1 | 29.00 | 29.00 |
| 04 | Bolsas de 5*7 | MILLAR | 1.5 | 30.00 | 30.00 |

5. Cuadro 05: MANO DE OBRA

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| 01 | Construcción de infraestructura | Jornal | 2 | 40.00 | 80.00 |
| 02 | Apertura de camas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 03 | Zarandeo de sustrato y mezclado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 04 | Embolsado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 05 | Instalación de estacas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 06 | Riego | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 07 | Deshierbe 1 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 08 | Deshierbe 2 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |

TRATAMIENTO (A2B3)

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

B3 =ROOTHOR

1. Cuadro 01: INFRAESTRUCTURA (área 150 m2)

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Puntales 3 m de longitud por 4' de espesor | Puntal 3m*4' | 12 | 10.00 | 120.00 |
| 02 | Alambre galvanizado | Kg | 2 | 10.00 | 20.00 |
| 03 | Clavos de 3' | Kg | 1 | 7.00 | 7.00 |
| 04 | Grapas | Kg | 1 | 10.00 | 10.00 |
| 05 | Malla rashell de 90% | M | 55 | 8.00 | 440.00 |

2. Cuadro 02: MATERIAL VEGETATIVO

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Estacas de sauco | ciento | 16 | S/. 40.00 | S/. 640.00 |

3. Cuadro 03: SUSTRATOS

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|-----------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | Tierra agrícola | M3 | 0.75 | 40.00 | 30.00 |
| 02 | Tierra negra | M3 | 0.375 | 120.00 | 45.00 |
| 03 | Arena | M3 | 0.375 | 120.00 | 45.00 |

4. Cuadro 04: INSUMOS Y MATERIALES

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|----|--|--------|----------|-----------------|--------------|
| 01 | ENRAIZADOR (ROOTHOR) | Lt | 1 | 90.00 | 90.00 |
| 02 | Desinfectante de sustrato – (pentacloruro) | kg | 1 | 65.00 | 65.00 |
| 03 | Sanix | kg | 1 | 29.00 | 29.00 |
| 04 | Bolsas de 5*7 | MILLAR | 1.5 | 30.00 | 30.00 |

5. Cuadro 05: MANO DE OBRA

| N° | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| 01 | Construcción de infraestructura | Jornal | 2 | 40.00 | 80.00 |
| 02 | Apertura de camas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 03 | Zarandeo de sustrato y mezclado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 04 | Embolsado | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 05 | Instalación de estacas | jornal | 1 | 40.00 | 40.00 |
| 06 | Riego | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 07 | Deshierbe 1 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |
| 08 | Deshierbe 2 | jornal | 0.5 | 40.00 | 20.00 |

Anexo 3: Cuadro MAP GRANJA KAYRA

Cuadro 01: PRECIPITACION TOTAL MENSUAL EN (mm)

| Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |
|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| 2020 | 214.4 | 107.2 | 142.2 | 12.9 | 1.0 | 0.5 | 0.0 | 2.5 | 21.9 | 1.2 | 29.3 | 54.1 |

Cuadro 02: PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS EN (mm)

| Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |
|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| 2020 | 33.5 | 19.9 | 16.8 | 7.3 | 1.0 | 0.5 | 0.0 | 1.6 | 6.3 | 1.0 | 15.4 | 10.8 |

Cuadro 03: TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL EN (°C)

| Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2020 | 20.1 | 20.1 | 20.7 | 22.2 | 21.9 | 20.9 | 22.5 | 22.8 | 23.4 | 23.6 | 24.0 | 20.5 |

Cuadro 04: TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL EN (°C)

| Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 2020 | 6.8 | 6.8 | 7.0 | 4.6 | 2.0 | -0.2 | -0.8 | 1.1 | 4.3 | 5.5 | 5.6 | 6.3 |

Cuadro 05: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN (°C)

| Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2020 | 13.1 | 13.1 | 12.8 | 12.9 | 11.6 | 10.2 | 10.7 | 11.3 | 13.1 | 13.9 | 14.5 | 13.7 |

Anexo 04: Panel fotográfico

Fotografía 01: Preparación de sustrato



Fotografía 02: Embolsado de sustrato



Fotografía 03: Zarandeado de tierra agrícola



Fotografía 04: Colocación de bolsas en camas de repique



Fotografía 05: Inmersión de semilla en enraizadores



Fotografía 06: Repique de semilla



Fotografía 07: Enraizador utilizado



Fotografía 08: Aplicación de cicatrizante Sanix en estacas



Fotografía 09: Labores de deshierbe



Fotografía 10: Disposición de bloques



Fotografía 11: Disposición de tratamientos en vivero



Fotografía 12: Evaluación de diámetro de brote



Fotografía 13: Evaluación de longitud de raíz



Fotografía 14: Evaluación de número de raíces



Fotografía 15: Evaluación de longitud de raíz



Fotografía 16: Disposición de hojas en planta de sauco

