

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EFFECTO DE TRES DIFERENTES SUSTRATOS EN LA  
PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL SAUCO (*Sambucus peruviana*  
K.) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE KALLUTACA**

**Por:**

**Abraham Juan Laime Janco**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**Junio, 2025**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE TRES DIFERENTES SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA  
DEL SAUCO (*Sambucus peruviana* K.) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE  
KALLUTACA**

*Tesis de Grado presentado  
como requisito para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**Abraham Juan Laime Janco**

**Asesores:**

M. Sc. Lic. Ing. Luis Fernando Machicao Terrazas .....

**Tribunal Revisor:**

Lic. Ing. Laoreano Coronel Quispe .....

M. Sc. Lic. Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi .....

Lic. Ing. Windson July Martinez .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....



**DEDICATORIA:**

*A mis padres Paulina Janco y Esteban Laime quienes me dieron la vida y han estado siempre a mi lado cuidándome y apoyando en el transcurso de esta investigación.*

*A mis hermanos David, Jordan y Elias porque me han brindado su apoyo incondicional y han compartido conmigo buenos y malos momentos.*

*Y a mi hermana Elizabeth quien siempre ha estado brindándome su consejo y apoyo en los momentos difíciles.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme fuerzas y valor para poder concluir el presente trabajo.

A la Universidad Pública de El Alto, carrera Ingeniería Agronómica por haberme brindado los predios del Centro Experimental Kallutaca, para la ejecución del presente trabajo y a todos los docentes que me impartieron los conocimientos para mi formación profesional.

Al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), por la colaboración y apoyo del presente trabajo.

Al M. Sc. Lic. Ing. Luis Fernando Machicao Terrazas, por ser asesor de la tesis, por brindarme intensamente su ayuda durante la fase de ejecución y culminación del presente trabajo. Asimismo, darle mi gratitud por su amistad.

A mis tribunales revisores: Lic. Ing. Laoreano Coronel Quispe, M. Sc. Lic. Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi y Lic. Ing. Windson July Martinez, por la colaboración, apoyo moral y preocupación del trabajo.

Y un agradecimiento especial a todos aquellos compañeros de la carrera de Ingeniería Agronómica, que me colaboraron durante la ejecución del trabajo y mis sinceros agradecimientos por toda la ayuda brindada.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS .....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	vii
ABREVIATURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	1

## ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	4
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
1.5. Hipótesis.....	5
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. Origen y distribución del sauco .....	6
2.2. Taxonomía y descripción morfológica .....	6
2.2.1. Taxonomía.....	6
2.3. Fenología del Sauco .....	7
2.3.1. Características morfológicas .....	7
2.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo.....	8
2.5. Importancia del cultivo .....	9

2.6.	Propagación.....	9
2.6.1.	Propagación por estacas.....	9
2.6.2.	Factores que afectan a la propagación vegetativa .....	10
2.6.2.1.	Efecto de la iluminación.....	10
2.6.2.2.	Temperatura del ambiente .....	10
2.6.2.3.	Edad, longitud y diámetro de ramas .....	11
2.6.2.4.	Presencia de hojas.....	11
2.7.	Sustrato .....	11
2.7.1.	Proceso de enraizamiento.....	12
2.7.1.1.	Enraizante natural sábila (Aloevera).....	12
2.7.2.	Utilidades del saúco .....	13
2.8.	Manejo.....	15
3.	MATERIALES Y MÉTODO.....	16
3.1.	Localización .....	16
3.1.1.	Ubicación Geográfica.....	16
3.2.	Características Edafoclimáticas .....	17
3.2.1.	Suelo.....	17
3.2.2.	Flora.....	17
3.2.3.	Fauna.....	17
3.3.	Material biológico .....	18
3.4.	Insumos .....	18
3.5.	Material de campo .....	18
3.6.	Material de gabinete .....	19
3.7.	Metodología .....	20
3.8.	Procedimiento experimental.....	20
3.8.1.	Preparación del ambiente .....	20

3.8.2.	Preparación y desinfección del sustrato .....	20
3.8.3.	Embolsado .....	20
3.9.	Recolección del material vegetal.....	21
3.10.	Aplicación de fitohormona natural .....	21
3.11.	Plantación .....	21
3.12.	Seguimiento del ensayo.....	22
3.13.	Labores culturales.....	22
3.14.	Registro de datos.....	22
3.14.1.	Diseño Experimental .....	23
3.14.2.	Factores de estudio o tratamientos en estudio .....	23
3.14.3.	Variables de Respuesta .....	24
3.14.3.1.	Emisión de brotes (EDB) .....	24
3.14.3.2.	Porcentaje de supervivencia (PDS) .....	24
3.14.3.3.	Porcentaje de enraizamiento (PDE) .....	24
3.14.3.4.	Porcentaje de prendimiento (PDP) .....	24
3.14.3.5.	Número de raíces por estaca (NRE).....	24
3.14.3.6.	Longitud de raíz (LDR) .....	25
3.14.3.7.	Días al brote de hojas (DBH).....	25
3.14.3.8.	Días al brote de ramas (DBR).....	25
3.14.3.9.	Relación beneficio costo.....	25
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	27
4.1.	Análisis de laboratorio del sustrato .....	27
4.2.	Aspectos agroclimatológicos.....	28
4.3.	Emisión de brotes (EDB).....	29
4.4.	Porcentaje de supervivencia (PDS) .....	31
4.5.	Porcentaje de enraizamiento (PDE).....	32

4.6.	Porcentaje de prendimiento (PDP).....	33
4.7.	Número de raíces por estaca (NRE) .....	34
4.8.	Longitud de raíz (LDR).....	36
4.9.	Díaz de brote de hojas (DBH) .....	38
4.10.	Día de brote de ramas (DBR).....	39
4.11.	Relación beneficio costo .....	40
5.	CONCLUSIONES.....	41
6.	RECOMENDACIONES.....	42
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	43
8.	ANEXOS .....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Formulación de tratamientos .....	23
Cuadro 2. Análisis de la Varianza para la determinación de emisión de brotes .....	29
Cuadro 3. Comparaciones de medias Duncan de la emisión de brotes (EDB) de estacas de Sauco .....	29
Cuadro 4. Análisis de varianza para determinar el número de raíces por estaca.....	34
Cuadro 5. Comparaciones de medias Duncan de numero de raíces por estaca en cada tratamiento.....	34
Cuadro 6. Análisis de varianza para determinar la longitud de raíz.....	36
Cuadro 7. Comparaciones de medias Duncan de numero de raíces por estaca en cada tratamiento.....	36
Cuadro 8. Análisis de varianza para determinar los días de brote de hojas de cada tratamiento.....	38
Cuadro 10. Análisis de varianza para determinar los días de brote de ramas de cada tratamiento.....	39
Cuadro 9. Relación beneficio costo por tratamiento.....	40

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1.	Ubicación del experimento .....	16
Figura 2.	Croquis del Experimento .....	26
Figura 3.	Temperaturas medias, humedad ambiental .....	28
Figura 4.	Emisión de brotes de los tratamientos.....	30
Figura 5.	Porcentaje de supervivencia .....	31
Figura 6.	Porcentaje de enraizamiento.....	32
Figura 7.	Porcentaje de prendimiento de estacas .....	33
Figura 8.	Número de raíces por estaca .....	35
Figura 9.	Longitud de raíz por estaca .....	37
Figura 10.	Porcentaje de días de brote de hojas en los 120 días .....	38
Figura 11.	Porcentaje de brote de ramas durante 120 días.....	39

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1.	Preparación del área de investigación.....	47
Anexo 2.	Macetas alineadas de acuerdo al croquis .....	47
Anexo 3.	corte a bisel e hidratación de estacas .....	48
Anexo 4.	Emisión de brotes .....	48
Anexo 5.	Encallado de esquejes a los 30 días .....	49
Anexo 6.	Enraizado a los 45 días.....	49
Anexo 7.	Brote de hojas y ramas .....	50
Anexo 8.	Registro de longitud y número de raíz.....	50
Anexo 9.	Desarrollo foliar.....	51
Anexo 10.	Lectura de humedad y temperatura.....	51

**ABREVIATURAS**

cm	Centímetro
Km	Kilómetro
kg	kilogramo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetro
dS.m <sup>-1</sup>	deciSiemens por metro
mg.l <sup>-1</sup>	Miligramos por litro
Kg.m <sup>-3</sup>	Kilogramos por metro cubico
%m/m	Porcentaje en masa sobre masa
%v/v	Porcentaje en volumen sobre volumen
°C	Grados Celsius
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados

## RESUMEN

El trabajo de campo de la presente investigación, se la realizo en el Centro Experimental de Kallutaca de la carrera ingeniería agronómica de la Universidad Pública de EL Alto; con la finalidad de evaluar el efecto de tres diferentes sustratos en la propagación vegetativa del sauco, mediante el porcentaje de sobrevivencia y numero de brotes, evaluadas cada 15 días, durante el periodo de prendimiento radicular. Se evaluó la propagación con muestras de esquejes de sauco en un ambiente protegido, bajo el diseño experimental de bloques completos al azar, con el objeto de seleccionar el sustrato con mayor porcentaje de enraizamiento.

El enraizamiento se realizó en sustratos de turba y arena combinados entre sí, logrando 4 tipos de sustrato, por un periodo de 120 días. El mayor porcentaje de esquejes vivos 98.8% y el mejor para el enraizado 100% se presenta con el sustrato formado por turba y arena relación 1:1.

En cuanto a la longitud de raíz no se muestran diferencias significativas, la mayor longitud 18.02 cm obtenido con el sustrato conformado por turba al 100%, no así a los obtenidos con el sustrato de arena relación 1 (17.39cm) siendo este el menor en cuanto a longitud. En cuanto al número de raíces el mejor sustrato fue de turba al 100% con un número de raíces de 4.69. En la emisión de brotes el mayor índice se presenta con el sustrato formado por Turba y arena 2:1.

Por lo tanto, aunque los tipos de sustrato hayan generado condiciones favorables para la formación de brotes en los esquejes, esto es independiente a la formación de raíces, caracterizándose por ser mínimo el número de brotes en cortos días.

La relación beneficio costo realizada. Muestra que el T2 turba y arena 1:1, llega a obtener una mayor ganancia de 1.25.

## ABSTRACT

The fieldwork for this research was conducted at the Kallutaca Experimental Center of the Agricultural Engineering program at the Public University of El Alto. The goal was to evaluate the effect of three different substrates on the vegetative propagation of elderberry, using survival percentages and shoot numbers, assessed every 15 days during the root take-up period. Propagation was evaluated using elderberry cuttings in a protected environment under a randomized complete block experimental design, with the goal of selecting the substrate with the highest rooting percentage.

Rooting was carried out in peat and sand substrates combined, achieving four types of substrates for a period of 120 days. The highest percentage of live cuttings (98.8%) and the best rooting (100%) were obtained with the substrate consisting of peat and sand in a 1:1 ratio.

There were no significant differences in root length. The longest root length was 18.02 cm, obtained with the 100% peat substrate, but not with the sand substrate ratio (17.39 cm), which was the shortest. Regarding root number, the best substrate was 100% peat, with a root count of 4.69. The highest sprouting index was found with the 2:1 peat and sand substrate.

Therefore, although the substrate types generated favorable conditions for shoot formation in the cuttings, this was independent of root formation, characterized by a minimal number of shoots in a short period of time.

The cost-benefit ratio obtained shows that the T2 peat and sand ratio (1:1) yielded a higher profit of 1.25.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Sauco (*Sambucus peruviana* K.), es una planta originaria de América. Se distribuye desde Argentina hasta Costa Rica. En Bolivia, el saúco tiene un amplio rango altitudinal, desde los 450 hasta los 3,600 msnm., según la zona, pero el óptimo rango está entre 3,200 y los 3,900 msnm. Se distribuye en formaciones secas y húmedas. Es una especie de amplio rango de distribución. Se encuentra en Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Paraguay y Perú (Milena et al. 2015).

En Bolivia el saúco es conocido como “uvillo” una de las plantas medicinales más bondadosas entre las frutas, gracias a su aporte de vitaminas A, B y C, aporta minerales como hierro, calcio, magnesio, fósforo, zinc y potasio. Es también un gran ayudante a la hora de combatir las fiebres altas, los problemas de las vías respiratorias y el insomnio. En Cochabamba se utiliza como forraje para el ganado menor, debido a un alto contenido proteico. Investigaciones realizadas en Colombia demostraron su importancia como aplicación de prebióticos para el engorde de pollos parrilleros, así mismo es una especie vegetal valorada tanto por su valor ornamental como por sus propiedades medicinales (Contexto ganadero, 2020).(Montúfar y Carchi, 2007).

La propagación vegetativa del saúco es una técnica ampliamente utilizada en la reproducción de plantas, permitiendo obtener nuevos individuos a partir de partes vegetativas, como tallos, hojas o raíces. Esta práctica es especialmente relevante en la agricultura y la forestación, ya que brinda la posibilidad de obtener rápidamente plantas genéticamente idénticas a la planta madre, conservando así las características deseables. Sin embargo, a pesar de la importancia de la propagación vegetativa del sauco, existe una falta de información detallada sobre el efecto de diferentes sustratos en este proceso. Los sustratos desempeñan un papel esencial en el enraizamiento y desarrollo de las plántulas, ya que proporcionan las condiciones físicas necesarias para su crecimiento óptimo.

El conocimiento obtenido a través de esta investigación puede tener un impacto significativo en la propagación comercial del sauco, brindando información valiosa para los productores y contribuyendo al desarrollo de técnicas más eficientes y sostenibles.

### 1.1. Antecedentes

Estudios realizados por Laura (2014), el cual fue Efecto de seis sustratos en el enraizamiento de esquejes de sauco (*Sambucus nigra*) en ambiente protegido en el Centro Experimental de Cota Cota, donde demostró mediante sus resultados que el mayor porcentaje de esquejes vivos (98%) se presenta con el sustrato formado por 100% arena. En segundo lugar, se presenta con el sustrato compuesto por 50% Turba + 50% Arena, con el cual se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia del 93%.

Por otro lado, en los estudios del enraizamiento de sauco (*Sambucus nigra* L.) bajo el uso de enraizadores naturales para la producción de plantines en el Centro Experimental Cota Cota. Ticona (2022), halló resultados significativos en las estacas de sauco con el T3 (extracto de sábila e infusión de sauce), en la variable eficiencia de prendimiento, buen enraizamiento y desarrollo radicular concluyendo que la aplicación del extracto de sábila influye directamente en el porcentaje de prendimiento del esqueje.

Lovera (2006) indica lo siguiente en su estudio de análisis comparativo de las propiedades físicas y químicas del fruto de sauco (*Sambucus peruviana* H.B.K.) evaluadas en dos rangos altitudinales en la parte alta de la cuenca del río Llaucano. Que el comportamiento principal de propiedades físicas (peso de racimo y baya; desprendimiento y humedad) y químicas (pH, sólidos solubles y cenizas) del fruto de sauco en función de los factores: rango; rango altitudinal cosecha y clase diamétrica, así mismo, la cosecha clasificada por rango altitudinal. El área de estudio se encuentra en una zona clasificada como Bosque muy húmedo Montano Tropical, ubicada entre las coordenadas UTM: 9'246,770 - 9'240,837 Norte y 768,517 -776,484 Este, y rango altitudinal entre [3000 a 3600 m.s.n.m.], parte alta de la cuenca del río Llaucano, departamento y provincia de Cajamarca. Se recolectaron 3-4 racimos maduros por árbol, durante el período de fructificación de enero a marzo; se realizaron, durante este periodo, 3 cosechas. Los resultados del análisis estadístico (t suden y Ji-cuadrado), demostraron que las todas propiedades físicas y químicas del fruto, excepto la humedad, fueron afectadas por la altitud. El período de la cosecha, dentro de los dos rangos altitudinales, influyó significativamente en las propiedades físicas y químicas excepto en el peso por baya; además la clase diamétrica solamente afectó significativamente el peso por baya y el desprendimiento de bayas.

## 1.2. Planteamiento del problema

El Altiplano se caracteriza por su alta altitud, bajas temperaturas, y una alta radiación solar. Estas condiciones extremas pueden ser desafiantes para el cultivo de especies tradicionalmente adaptadas a climas más templados, como el saúco (*Sambucus peruviana* K.), razón por la cual parte del altiplano y áreas urbanas de la ciudad de El Alto no se dedican a la producción del sauco por la falta de conocimiento que se tiene de la especie en condiciones de altiplano, así como también se desconoce la técnica adecuada para su propagación y la importancia del cultivo. Por consiguiente, esta escasez de información tanto en la zona de Kallutaca sobre las bondades y propagación del sauco provoca que no se pueda aprovechar el valor ornamental, usos tradicionales y gastronómicos que brinda el arbusto.

En los diversos pisos ecológicos de nuestra Bolivia se desarrollan grandes cantidades de especies alimenticias que son desaprovechadas, muchas de estas especies con potencialidades agroindustriales de gran importancia en la agro exportación no tradicional. Es también productora de sauco (*Sambucus peruviana* K.), una planta muy rústica, que en los últimos años ha cobrado importancia en la agricultura de nuestra Región debido a las posibilidades industriales que posee. Este aumento productivo responde a los trabajos realizados durante décadas por investigadores preocupados en valorar productos “desconocidos”, como es el caso del sauco.

## 1.3. Justificación

El presente trabajo busca la introducción de la especie Saúco (*Sambucus peruviana* K.) utilizando diferentes sustratos como una alternativa rápida, viable y de un menor costo económico permitirá al Centro Experimental Kallutaca, mejorar el suelo protegiéndolo de la erosión constante, lograr la reforestación, que podrían colaborar en la ciudad de La Paz con el apoyo de cercas vivas en las laderas, aportando solidez en áreas ya urbanizadas, el aporte de nutrientes, estructura, y cobertura con el aporte de propagación como barreras rompe vientos, aporte proteico en ensilaje de ganado menor, alimentación diaria para la ciudadanía además de sus derivados como usos medicinales otorgándoles información actualizada que repercutirá en el corto, mediano y largo plazo en la conservación de los ecosistemas y la planificación de futuros proyectos.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de tres diferentes sustratos en la propagación vegetativa del sauco (*Sambucus peruviana* K.) en el Centro Experimental de Kallutaca.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar el sustrato adecuado para la propagación asexual del sauco.
- Evaluar el efecto de los sustratos en el porcentaje de prendimiento y supervivencia de las estacas del sauco.
- Determinar la relación beneficio costo de los plantines con los diferentes sustratos aplicados.

## **1.5. Hipótesis**

**Ho:** El efecto de tres diferentes sustratos en la propagación vegetativa del sauco en el Centro Experimental de Kallutaca no muestran diferencias significativas.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Origen y distribución del sauco**

El Sauco es una especie nativa del Perú y se halla distribuida en todos los andes peruanos se cultiva usualmente en los cercos o márgenes de chacras cerca de viviendas en zonas comprendidas entre 2800 a 3900 msnm. Se encuentra principalmente en los Departamentos de Ancash, Lima, Junín, Cuzco, Arequipa y Cajamarca. No hay referencias sobre su cultivo en otros Países, sin embargo, se sabe que crece en Bolivia y Norte de Argentina (Aquise, 2019).

El Sauco se distribuye desde Bolivia hasta el norte de Argentina, en Guatemala es cultivado como cerco vivo en casi todas las altitudes y en Bogotá Colombia, lo podemos encontrar en varias zonas de crecimiento (Torpoco et al. 2015). En Bolivia se ha evidenciado que se encuentra en regiones del altiplano: la provincia Inquisivi en las comunidades de Patohoco, Marancelani, Palmar Pampa, Taucarasi, Tupuyo, Yamora y en la población de Inquisivi. En la ciudad de La Paz se comprobó la existencia como planta ornamental en diferentes zonas como Calajahuirá, Sopocachi, Obrajes, Calacoto, Cala Calani, Mallasa y Miraflores. Valles, chaco, yungas y el chapare. Subtítulo (Milena et al. 2015).

### **2.2. Taxonomía y descripción morfológica**

#### **2.2.1. Taxonomía**

Rojas (2011), indica que la clasificación taxonómica del sauco es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteride

Orden: Dipsacales

Familia: Caprifoliaceae

Género: *Sambucus*

Especie: *Sambucus peruviana*

### 2.3. Fenología del Sauco

La Fenología es 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 (Torpoco et al. 2015).

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 el 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).

#### 2.3.1. Características morfológicas

Jaramillo (2019), indica que la planta del sauco es un arbusto de tres a seis metros de altura, que en condiciones excepcionales puede alcanzar un porte de 12 metros. El tronco suele ser torcido, con copa irregular y de un color verde claro característico en los árboles jóvenes.

- **Tallo y ramas.** Presenta un diámetro máximo de 0,40 m, copa globosa, frondoso, fuste recto y robusto, follaje verde claro y con flores blancas, sus tallos tiernos son poco resistentes debido a una medula esponjosa; a medida que la planta envejece, el fuste se endurece de tal manera que constituye una madera más fuerte y utilizada en construcciones rurales (Bacigalupo, 1984 citado por Laura 2014).
- **Hojas.** Las hojas, de cuatro a dieciséis centímetros de largo y de tres a siete centímetros de ancho, son compuestas e imparipinnadas (con un foliolo al final), con siete a nueve foliolos oblongos y puntiagudos y bordes aserrados (Jaramillo, 2019).

- **Flores.** (Milena et al. 2015) mencionan que las flores del sauco son racimos terminales de quince cm o más de longitud; cada flor, hermafrodita, tiene cinco pétalos, cinco estambres y un pistilo La corola tiene de cuatro a cinco mm de diámetro, forman una estrellita de cinco puntas que se desprende y se cae con facilidad, entre cada dos puntas de la estrella se encuentra un estambre, alternando los cinco estambres con los cinco lóbulos de la corola.
- **Fruto.** Por lo general los frutos del sauco son bayas carnosas de aspecto globoso y de color azul-negro (color vino oscuro) que se encuentran reunidas en ramilletes (Tejero del Rio, 2012).
- **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.
- **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, 2009).

#### 2.4. Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

El sauco tiene un amplio rango de adaptación y se puede encontrar en altitudes que van desde los 1800 hasta los 2800 metros sobre el nivel del mar (msnm). Sin embargo, su altura óptima se sitúa entre los 3200 y 3800 msnm. La temperatura anual más adecuada para su cultivo oscila entre los 8 y 17 °C, y tiene la capacidad de resistir heladas fuertes. Requiere de una humedad igual o superior al 70%. Esta planta crece en zonas templadas, tanto abiertas como montañosas, en regiones tropicales y subtropicales, a altitudes que van desde los 1300 hasta los 3700 msnm. Además, el saúco necesita suelos profundos y francos para su desarrollo (Cerquín, 2021).

Según Hernández (2011), el sauco prefiere suelos profundos de textura variable, tolera la pedregosidad baja o media, con un pH neutro. Es una especie poco exigente en suelos, pero se desarrolla mejor en suelos profundos, francos y limosos con pH neutro o ligeramente alcalino; como requiere de humedad (riego) para su crecimiento, por tal razón se encuentra al borde de las acequias y canales de regadío acequias, en cercos y en

huertos asociados con Manzanos, Membrillos Capulí y también con forestales como Aliso, Sauce. También se puede reproducir por esquejes.

## **2.5. Importancia del cultivo**

Actualmente en la industria se utiliza los aceites del sauco para gastronomía y cosmética además de la preparación de licores. Las ramas con hojas son utilizadas como alimento de ganado mayor y menor; también como repelente de insectos, insecticidas caseros (Control de pulgones), y conjuntamente. Según estudios del INTA (2013) esta forrajera es especialmente para ramoneos o corte. Puede producir 0.68 Kg. hasta 1.25 Kg. (1.5 libras hasta 2.75 libras) de materia seca de hojas por árbol por poda.

El sauco, desde el punto de vista agroforestal, se utiliza para la conformación de cercos vivos y cortinas rompe vientos, a fin de proteger los cultivos (IDMA 2000). El fruto del saúco es utilizado en estado fresco, también se conserva seco sin que sus características naturales se transformen. El fruto contiene sustancias amargas en pequeñas porciones, conteniendo glúcidos para la fabricación de jaleas y mermeladas (Cerquín, 2021).

## **2.6. Propagación**

(Sanchez y Amado (2020), determinaron que la propagación por semilla del sauco es algo difícil esto debido a complejas condiciones de letargo, abarcando a la cubierta de la semilla como el embrión, razón por la cual es recomendable realizar una estratificación cálida de meses a temperaturas de 25 a 30C°, luego 3 a 5 meses de estratificación fría a 4-6 °C. Estas condiciones se dan naturalmente plantando las semillas a finales del verano, debiendo presentarse la germinación en la primavera siguiente. Limaico (2011), menciona que según experiencias realizadas demuestran que la mejor manera de propagación es por el método asexual, ya que las investigaciones hechas, se ha comprobado que con dicho método han obtenido un mayor porcentaje de prendimiento.

### **2.6.1. Propagación por estacas**

Según Moncaleano (2012), la estaca es un método de propagación asexual que tiene como característica la reproducción de individuos iguales genotípicamente al progenitor, La propagación por estacas es posible por dos características de la célula vegetal: totipotencia y desdiferenciación. Aunque son más conocidas las estacas de tallo, se

pueden obtener estacas a partir de diferentes partes de la planta como raíces y hojas, sobre todo cuando la estructura de la planta no presenta tallos visibles.

Las estacas o esquejes deben contener como mínimo dos nudos, no importa el tamaño; pero es indispensable que contenga la consistencia semileñosa antes que la médula se retraiga, el centro quede hueco y haya pérdida de su color gris; las estacas se obtienen de ramas no muy jóvenes, es decir, de aquellas que se encuentran en la parte media de la copa del árbol. De aquellos árboles ubicados en terrenos húmedos o cerca al agua, se puede recolectar estacas en cualquier época del año, mientras que de árboles ubicados en terrenos secos o lejos del agua solo en meses de lluvia. Las estacas pueden tener cortes limpios y haber sido obtenidas en cortes a bisel, no deben almacenarse, pero mientras dure el proceso de recolección es conveniente tenerlas bajo sombra o envolverlas con una manta húmeda. (Ministerio Agricultura 2019)

## **2.6.2. Factores que afectan a la propagación vegetativa**

### **2.6.2.1. Efecto de la iluminación**

Un aumento en la intensidad luminosa en la planta madre incrementa la producción de estacas, pero tiende a reducir ligeramente la capacidad de enraizamiento. Esto indica que las estacas tomadas de plantas madres expuestas a una luz de baja intensidad tienen una mejor capacidad de enraizamiento en comparación con aquellas tomadas de plantas madres desarrolladas bajo una luz intensa (Lamaico, 2011).

La luz suplementaria es el uso de luz artificial, al mismo tiempo de la presencia de luz natural. Su uso es común durante el periodo de oscuridad del año, en latitudes del Hemisferio Norte cuando la intensidad de la luz es bajo el óptimo para muchos cultivos en invernaderos (Lovera, 2006).

### **2.6.2.2. Temperatura del ambiente**

Ruiz (2017), expresa que para el enraizamiento de la mayoría de las especies son satisfactorios temperaturas ambientales diurnas de unos 21° a 27°C, con temperaturas nocturnas de 15°C, además a medida que la temperatura se incrementa (dentro de sus límites), las estacas metabolizan más rápido y enraízan mejor cabe agregar, que las temperaturas del aire en excesivo elevadas tienden a estimular el desarrollo de las yemas antes que el desarrollo de las raíces e incrementar la pérdida de agua por las hojas; no

obstante, se conoce que la temperatura del ambiente óptima para el desarrollo de un cultivo es probablemente el mejor para el enraizamiento de estacas.

Herrera (2012), señala que las temperaturas más altas en la base de las estacas producen un aumento localizado de la respiración, lo que supuestamente lleva a una síntesis localizada de carbohidratos y a continuación a una vigorizada formación de protoplasma. Con esto, se crea la base para una mayor división celular en el área radicular y la creación de raíces adventicias. Con un rango adecuado de temperatura, el que puede variar entre los 15 y los 26°C, no sólo se logra una mayor rapidez en la formación de raíces, sino que también se obtienen en mayor cantidad.

#### **2.6.2.3. Edad, longitud y diámetro de ramas**

La capacidad rizógena es afectada por la edad, ya que, en tallos de un año de edad en plantas jóvenes, la formación de raíces es mayor que en aquellos provenientes de plantas más maduras. Esto puede deberse, a que los tejidos fisiológicamente maduros tienen menor capacidad rizógena, necesitan más tiempo para enraizar y producen menor cantidad de raíces que el material fisiológicamente joven (Torpoco et al. 2015).

#### **2.6.2.4. Presencia de hojas**

Lopez et al. (2019), mencionan que las hojas realizan las funciones de fotosíntesis y respiración, además, son la fuente principal de abastecimiento de nutrimentos y hormonas del crecimiento, importantes para el enraizamiento. Por tanto, la base para el éxito del acodado aéreo es la presencia de hojas por encima del anillado o herida que conllevan al desarrollo vigoroso de raíces adventicias, pues la eliminación de yemas y hojas impide la formación de las raíces.

El enraizamiento de las estacas es también está determinado por las características del sustrato, prefiriendo aquel que mantenga una humedad continua, buena aireación y temperaturas moderadas (Weaver, 1976 y Kester, 1984).

### **2.7. Sustrato**

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual mineral u orgánico que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñado, un papel importante para la

planta. El sustrato puede intervenir o no en el en el proceso de la nutrición de la planta (Guerron y Espinosa, 2019).

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, 2004).

Para Reyes (2015), un buen medio de enraizamiento debe estar limpio y con buen drenaje. Puede emplearse arena o grava fina y si su capacidad de retención de agua es muy baja se puede mejorar añadiendo turba, vermiculita u otros materiales.

### **2.7.1. Proceso de enraizamiento**

Valencia (2014), indica que el origen y desarrollo de las raíces adventicias en las estacas se divide en tres fases: 1) Iniciación de grupos de células meristemáticas, 2) diferenciación de esos grupos de células en primordios de raíz reconocible y 3) desarrollo y emergencia de las nuevas raíces incluyendo la ruptura de otros tejidos del tallo, y la formación de conexiones vasculares con los tejidos conductores de la estaca. Así mismo señala que, en la mayoría de plantas la formación de raíces pasa luego de que se ha hecho la estaca de tallo, el origen de la mayoría de raíces adventicias se encuentra en grupos de células que son capaces de volverse meristemáticas, estas células generalmente están situadas fuera y entre los haces vasculares. Estos pequeños grupos de células, continúan dividiéndose y se desarrollan para formar el primordio de la raíz. La punta de la raíz sigue creciendo hacia afuera a través de la corteza saliendo por la epidermis del tallo.(Villavicencio, González, y Carranza 2012).

#### **2.7.1.1. Enraizante natural sábila (Aloevera)**

El gel de Aloe vera contiene alrededor de 99,5% de agua, es rico en mucílagos. Estos se caracterizan por estar formados por ácidos galacturónicos, glucorónicos; unidos a azúcares como la glucosa, galactosa, fructuosa, arabinosa y otros azúcares hidrolizables (Rupoerti 2020).

El Aloe vera contiene dos clases de líquidos en el interior de sus hojas, uno que exuda y es de color amarillo denominado látex y el otro que es un gel denominado mucílago, que es de gran uso comercial (Santos, 2012)

Santos (2012), señala que el gel de Aloe vera contiene alrededor de 99,5% de agua, es rico en mucílagos. Estos se caracterizan por estar formados por ácidos galacturónicos, glucorónicos; unidos a azúcares como la glucosa, galactosa, fructuosa, arabinosa y otros azúcares hidrolizables.

### **2.7.2. Utilidades del saúco**

#### **a) Propiedades de la planta del saúco**

Existen grandes propiedades en esta planta, tanto de sus frutas como de sus hojas y flores. Las hojas y las flores son utilizadas únicamente para el uso externo, ya sea para aliviar golpes, heridas, sabañones y hasta esguinces. Sus flores son usadas para curar alergias, gripes, sinusitis, y resfriados (Lovera, 2006).

Por otra parte, las bayas, son usadas para combatir casos de reumatismos. Este árbol posee grandes propiedades entre las cuales están, que es una planta diurética, ayuda a los procesos digestivos, es laxante natural, permite la depuración del organismo, es un ideal antioxidante, a su vez combate problemas respiratorios por ser expectorante, entre otros (ITDG 2000).

Por otro lado, tenemos que estas plantas poseen principios activos, ya que en sus flores encontramos flavonoides, taninos, aceites esenciales, y glucósido cianogenético. Por otra parte, en sus bayas encontramos vitaminas C, de igual forma tanino, ácidos orgánicos, azúcar y un poco de trazas de aceite esencial. Este árbol es utilizado tanto para ser consumido internamente como para los usos externos, esta planta es medicinal, pueden conseguirse en farmacias que vendan productos naturales, y sobre todo en farmacias online (Galindo, 2003).

#### **b) Medicinales**

El Saúco, es conocido como una planta de medicina natural, que corresponde a la familia de las Caprifoliácea, esta planta se considera un botiquín en el cual son preparados una gran cantidad de remedios naturales (IDMA, 2000).

Por sus grandes propiedades este arbusto es utilizado tanto sus flores como sus bayas y sobre todo las hojas, estas son utilizadas solo para uso externo, ya sea para aliviar heridas, esguinces, golpes, sabañones (Galindo, 2003).

Por otra parte, sus flores son usualmente utilizadas en los casos de alergias, catarros, resfriados, gripes, y hasta en la molesta sinusitis. En cambio, sus bayas son usadas para combatir los casos de reumatismo. Con sus flores se pueden realizar infusiones, siendo esta una bebida totalmente refrescante, estas flores son expectorantes, a la vez son utilizadas con usos terapéuticos, son muy utilizadas en problemas de fiebre alta (Ortiz de Gómez 2000).

Su corteza y hojas, se utilizan como un poderoso purgante y a la vez para uso externo en los casos de quemaduras, contusiones, golpes. Pero es importante recalcar que estas hojas nunca deben ser usadas internamente ya que son tóxicas (IDMA 2000).

Las bayas son totalmente comestibles, luego de cocidas, y estas fueron utilizadas en la antigüedad para realizar mermeladas, zumos y hasta vinos. Estas bayas poseen grandes propiedades laxantes y a la vez depurativas y también tienen vitamina C en grandes cantidades (Lovera, 2006).

**c) Utilización en agroforestería**

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 (Mostacero-Leon et al. 1998)

**d) Utilización de la madera**

La madera de saúco es dura y resistente, que proviene de árboles maduros, se utiliza como soporte de umbrales de casas de adobes, mangos de herramientas, leña y cercos (Pretell 1985).

**e) Utilización del fruto**

El fruto del saúco es utilizado en estado fresco, pero también, se conserva seco sin que sus propiedades o características naturales se transformen, aun cuando su superficie presente profundas arrugas. Este fruto contiene sustancias amargas en pequeñas proporciones, conteniendo gran cantidad de glúcidos importantes para la fabricación de jaleas y mermeladas. En la actualidad, el fruto es procesado industrialmente en forma de mermeladas, licores, yogurt, jaleas, jugos, refrescos, proporcionándole valor agregado y ganancias al poblador rural (Galindo 2003).

## **2.8. Manejo**

El establecimiento del saúco se realiza antes de la estación de lluvias, debido a que la planta requiere humedad durante los primeros 4 ó 5 meses, luego de ser puesta en el terreno definitivo (Rodo 1998). Regularmente se halla cultivado: al borde de acequias, cercos de chacras y alrededor de las casas (Lovera 2006). Sánchez (2010) recomienda que los períodos de corte o ramoneo se realicen con descansos de 3 meses, el follaje se debe dar en seco a los animales (asolearlo durante 24 a 48 horas) o si tiene suficiente producción puede secar al sol durante dos o tres días las hojas y luego almacenar en costales en un ambiente seco. Hasta el primer año de edad se le puede dar la primera poda o corte, si el crecimiento ha sido poco, esperar más tiempo para el primer corte (Sanches y Hugo Amado 2020).

### 3. MATERIALES Y MÉTODO

#### 3.1. Localización

##### 3.1.1. Ubicación Geográfica

La presente investigación se desarrollará en el Centro Experimental de Kallutaca perteneciente a la carrera Ingeniería Agronomía de la Universidad Pública de El Alto, el cual se encuentra en el municipio de Laja de la provincia Los Andes del departamento de La Paz. Esta aproximadamente a una distancia de 20 km de la sede de gobierno, geográficamente se encuentra ubicada a  $16^{\circ}31'17''$  de latitud sur,  $68^{\circ}18'29''$  de longitud oeste y a una altura de 3860 m.s.n.m. (Google Earth, 2025).

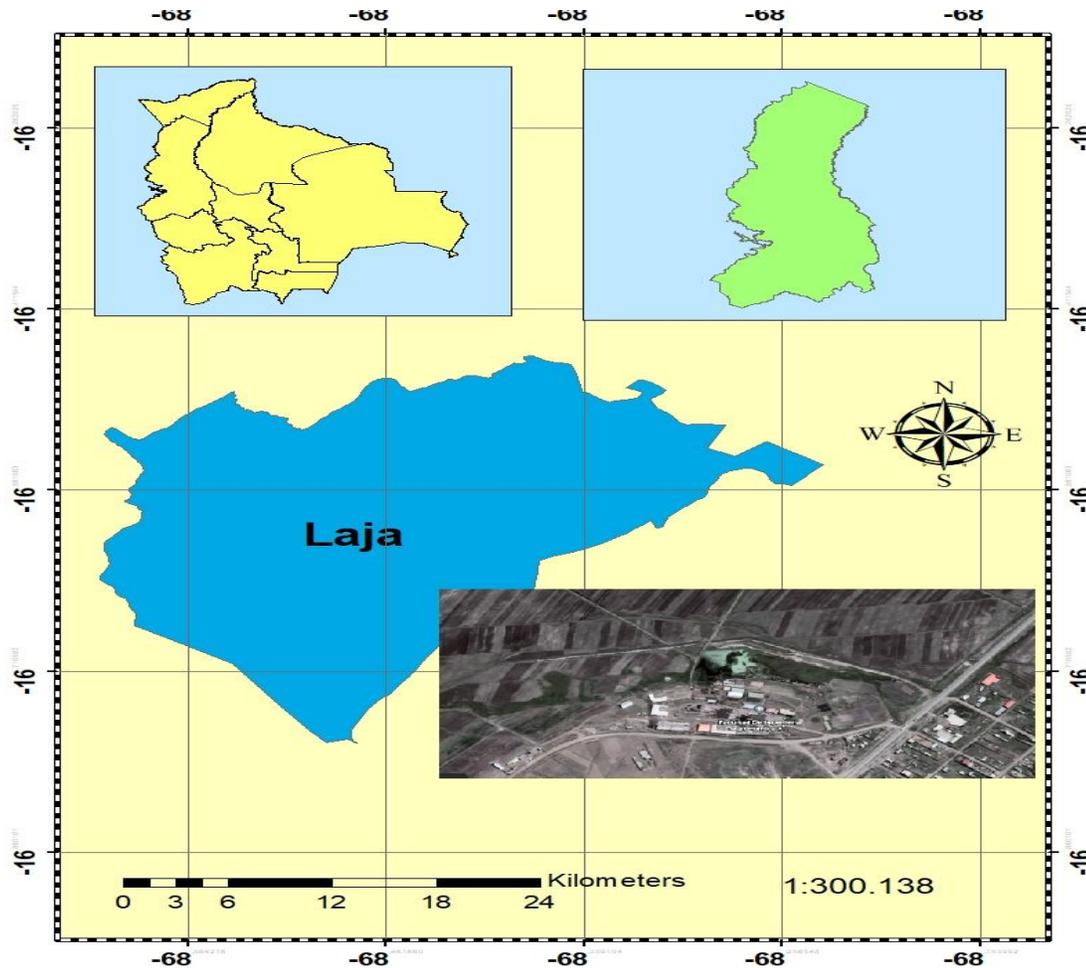


Figura 1. Ubicación del experimento

## **3.2. Características Edafoclimáticas**

### **3.2.1. Suelo**

Los suelos del Centro Experimental Kallutaca muestran una asociación de tipo Cambízales – Leptosoles con inclusión fluvisoles, muestran textura franco arcillosa con estructura laminar y columnar. (Plan Territorial de Desarrollo Integral - Laja, 2016 - 2020). En cuanto al pH del suelo reporta un valor de 7.4, y una conductividad eléctrica de 2280  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Así mismo presentan una acumulación de 4.4 % de materia orgánica. (Huanca,1996).

### **3.2.2. Flora**

La vegetación dominante son los pajonales de Chilliwa e Ichu sicuya (*Stipa ichu*), arbustos de añawuaya (*Adesmia miraflorensis*) y kaylla (*Tetraglochin cristatum*); en las zonas más bajas se encuentran relictos de arbustos, sobre todo de la familia *Baccharis sp.* (Thola, Añawaya). Como cultivos se evidencia el desarrollo de papa (*Solanum tuberosum*), Oca (*Oxalis tuberosum*), granos andinos, leguminosas, forrajes como cebada (*Hordeum vulgare*), trigo (*Triticum aestivum*), etc. (Plan Territorial de Desarrollo Integral - Laja, 2016 - 2020).

### **3.2.3. Fauna**

Entre los mamíferos más importantes, está el zorro (*Canis culapeus*), zorrino (*Conepatus chinga*), el pampa huanco o liebre (*Orytalagus cuniculus*), de reciente aparición y que se ha convertido en una plaga principalmente de los granos y hortalizas. Dentro del grupo de aves, se menciona a la perdiz (*Tinamidae*), patos (*Anatidae*), marías (*Falconidae*), Yaca Yaca, Cernícalo, Picaflor, Chockas (Pato Silvestre) y otras, principalmente en orillas de los ríos y lugares húmedos. Se ha detectado poca presencia de batracios como ranas y sapos en algunas vertientes, pero no se ha observado en las orillas de los ríos ya que la contaminación de los mismos les afecta de manera directa. En algunos ríos y vertientes aparecen algunos peces, (*Trichomycterus rivulatus*) conocido como el suche (Arteaga, 2007).

### 3.3. Material biológico

El material biológico a utilizarse será esquejes de sauco (*Sambucus peruviana*), con un tamaño aproximado de 20 cm y un promedio de 20 a 30 yemas, que se recolectará de la ciudad de La Paz, de un árbol de sauco que se encuentre en periodo vegetativo de descanso.

### 3.4. Insumos

Los insumos son los siguientes: un enraizaste natural (aloe vera)

- Arena
- Turba

### 3.5. Material de campo

- Picota
- Pala
- Rastrillo
- Carretilla
- Escardador
- Pala de trasplante
- Guantes
- Estacas de madera
- Cinta métrica
- Flexómetro
- Nylon plástico negro
- Letreros de identificación
- Tijera de podar
- Marbetes
- Libreta de campo
- Tablero
- Bolsas de polietileno
- Regla graduada
- Termómetro de máximas y mínimas

### **3.6. Material de gabinete**

- Calculadora
- Computadora personal
- Impresora
- Hojas bond 75g/m<sup>2</sup>
- Bolígrafos
- Cámara digital
- Cuaderno de apuntes

### **3.7. Metodología**

### **3.8. Procedimiento experimental**

#### **3.8.1. Preparación del ambiente**

El estudio fue implementado en el vivero de fruticultura, en el Centro Experimental de Kallutaca de la Facultad de Agronomía. Primero se acondicionó un área en el vivero multipropósito, remoción de escombros y nivelado del área requerido para realizar la presente investigación, con un área de 5.44 m<sup>2</sup> que se observan en la figura 2.

#### **3.8.2. Preparación y desinfección del sustrato**

La preparación del sustrato se realizó en los predios cerca al vivero forestal propiedad del centro experimental, que consto de remoción de la materia orgánica y la arena mezclando uniformemente todos los insumos la cual finalizo con el nivelado y distribución de los 4 sustratos, los cuales serán: Sustrato 1; turba y arena relación 2:1, Sustrato 2; turba y arena relación 1:1, Sustrato 3; turba relación 1, Sustrato 4, arena relación 1.

La desinfección de los sustratos se realizó con debida anticipación, con formol al 40 % con una relación de 1:20 (1 litro de formol en 20 litros de agua) roseando sobre los sustratos homogéneamente; posteriormente se procedió a cubrir con plástico transparente para el efecto del desinfectante, permaneciendo cubierto de 1 a 3 días y por último se descubre el plástico haciendo ventilar al aire libre por un tiempo mínimo de 5 días.

#### **3.8.3. Embolsado**

Una vez desinfectado el sustrato exponiéndolo a calor se procedió a embolsar en bolsas negras de polietileno de un tamaño de 16 x 20 cm previamente perforadas para el drenaje, el embolsado se realizó según el orden de tratamientos, posteriormente se las acomodado según el croquis de la investigación por bloque y por tratamiento, teniendo un total de 28 macetas por tratamiento y 112 macetas por bloque obteniendo un total de 336 macetas. Después se le aplico el riego necesario cada cierto día, hasta que el sustrato este húmedo para facilitar el estacado.

### **3.9. Recolección del material vegetal**

La recolección de los esquejes se realizó en el mes de abril del 2024 cuando las plantas madres se encontraban ingresando en etapa de dormancia; la recolección se realizó en las horas de la tarde donde existía menos calor y se los transportó protegiendo sus condiciones fisiológicas y se trasladó al área de estudio. Al momento de cortar las ramas o guías de las cuáles se extrajeron los esquejes fue durante el reposo invernal. De esta manera las reservas acumuladas en el tallo serán destinadas a la producción de raíces y no a la brotación.

Las obtenciones de esquejes de saúco utilizados en el presente estudio provienen de la avenida Bolivia Complejo Deportivo La Curva CLUB PUMAS (ciudad de El Alto).

Para la preparación de esquejes de saúco, se tomó en cuenta ramas con un diámetro similar al grosor de un lápiz preferentemente las que se encuentra en las partes intermedias, eliminando el entrenudo terminal al ser propenso a marchitamiento, extraídos de árboles de un estimado de 12 años, un total de 336 estacas en secciones de 0,20 a 0,25 m. Con un número de 3 a 6 yemas.

Una vez realizada la recolección de esquejes de sauco se procedió a hidratarlas en agua, con una antelación de 48 horas antes de realizar la plantación.

### **3.10. Aplicación de fitohormona natural**

Posteriormente a la hidratación de las estacas, se procedió a impregnar la base humedecida en el enraizante natural (Aloe vera) que contiene ácidos galacturónicos, glicorónicos; unidos a azúcares como la glucosa, galactosa, fructuosa, y estos azúcares benefician a las estacas antes del plantado, se sumergieron todas las estacas por un tiempo de cinco minutos. Una vez realizando la aplicación del enraizante se procedió a plantar en el sustrato sin generar mucho movimiento ya que puede perderse parte del tratamiento.

### **3.11. Plantación**

Antes de la plantación en las bolsas de sustrato se realizaron la apertura de hoyos en el sustrato a una profundidad de 7 a 8 cm, el objetivo de hacer los hoyos en el sustrato es para que no se dañe la base de las estacas al friccionarse con el sustrato al momento de

plantarlas. Las estacas fueron plantadas en los hoyos con una inclinación de 60° desde la base.

### **3.12. Seguimiento del ensayo**

Posteriormente se realizó el rotulado de cada bloque indicando los tratamientos que se probaron, así como también las repeticiones. Las estacas fueron distribuidas de acuerdo al croquis.

### **3.13. Labores culturales**

#### **❖ Deshierbe**

Se realizó en las macetas y alrededor del área de trabajo durante todo el desarrollo del enraizamiento de las estacas, consistiendo en la eliminación de las plantas ajenas a las macetas, dicha actividad se realizó manualmente.

#### **❖ Escardado**

Se desarrolló en las macetas durante el desarrollo del enraizamiento, consistiendo en la remoción del sustrato.

### **3.14. Registro de datos**

La evaluación o toma de datos fue de cinco veces durante todo el desarrollo de la investigación, para las variables días al brote de hojas y días al brote de ramas, a los 15 días, 30 días, 45 días, 60 días y 90 días iniciado la investigación. Se realizó la evaluación del desarrollo radicular a los 120 días. El control se efectuará en todos los tratamientos y repeticiones.

### 3.14.1. Diseño Experimental

La presente investigación fue conducida bajo el diseño en bloques completos al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones teniendo un total de doce unidades experimentales. Según Ochoa (2009), el modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Valor observado de la variable de respuesta

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto fijo del i-ésimo tratamiento (sustrato)

$\beta_j$  = Efecto aleatorio del j-ésimo (bloque)

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

### 3.14.2. Factores de estudio o tratamientos en estudio

Los tratamientos propuestos para la presente investigación son las siguientes:

**Cuadro 1. Formulación de tratamientos**

Tratamiento	Formulación de tratamientos
T1	Turba y arena 2:1
T2	Turba y arena 1:1
T3	Turba 1
T4	Arena 1
T1	Turba y arena 2:1
T2	Turba y arena 1:1
T3	Turba 1
T4	Arena 1
T1	Turba y arena 2:1
T2	Turba y arena 1:1
T3	Turba 1
T4	Arena 1

Fuente: (Elaboración propia 2025)

### 3.14.3. Variables de Respuesta

#### 3.14.3.1. Emisión de brotes (EDB)

Se contaron los brotes de todas las estacas de cada uno de los tratamientos.

#### 3.14.3.2. Porcentaje de supervivencia (PDS)

Se contó la cantidad de estacas prendidas sobre el total de estacas plantadas, esta variable se evaluó visualmente, el número de plantas y/o estacas prendidas sobre el total de estacas a prueba dentro de cada tratamiento obteniendo el total, de esta manera se llegó a obtener los datos finales (Laura, 2014).

$$PDS = \frac{\text{Estacas prendidas}}{\text{Total de estacas plantadas}} \times 100$$

Fuente: Laura 2014.

#### 3.14.3.3. Porcentaje de enraizamiento (PDE)

Se evaluó al final del experimento, contando el número de estacas enraizadas en base al total de unidades por tratamiento y repetición. Se consideró como estacas enraizadas la que presente al menos una raíz de 1mm de largo (Ticona, 2022).

$$PDE = \frac{\text{Estacas enraizadas}}{\text{Total de estacas plantadas}} \times 100$$

Fuente: Ticona 2022.

#### 3.14.3.4. Porcentaje de prendimiento (PDP)

Se observó el número de estacas prendidas por tratamiento sobre el número de estacas total plantadas por tratamiento (emisión del sistema radicular) al final del experimento expresado en porcentaje (%) a los 120 días (Palma, 2017).

$$PDP = \frac{\text{Estacas prendidas}}{\text{Total de estacas plantadas}} \times 100$$

Fuente: Palma 2017.

#### 3.14.3.5. Número de raíces por estaca (NRE)

Se evaluaron al final del experimento, contando el número de raíces por estacas en base al total de unidades experimentales por tratamiento y repetición (Laura, 2014).

### **3.14.3.6. Longitud de raíz (LDR)**

Se llegó a medir la raíz principal, desde la base del cuello hasta parte terminal de la raíz (cofia). Este dato se evaluó al culminar el ensayo. La medida se realizó con una regla la raíz principal extendida de cada estaca, los resultados se expresan en cm (Laura, 2014).

### **3.14.3.7. Días al brote de hojas (DBH)**

La variable se refiere a los días desde la plantación hasta cuando las estacas presenten brotes de hojas entre el total de estacas por tratamiento y por repetición. Se considerarán como brote aquella formación foliosa que alcance al menos 5 mm de longitud. Se controlará cada 15 días y a los 90 días iniciados el estudio; se considerará concluido (Ticona, 2022)

### **3.14.3.8. Días al brote de ramas (DBR)**

Al igual que la anterior variable se contaron los días transcurridos en que las estacas formaron brotes de ramas, entre el total de esqueje por tratamiento y por repetición. Se consideraron como brote aquella formación ramificada. Se hizo el control cada 15 días y los 90 días iniciado el estudio; se considerará concluido (Ticona, 2022).

### **3.14.3.9. Relación beneficio costo**

La variable fue calculada por el cociente de los valores de beneficio bruto y el costo variable, para cada tratamiento, se realizó el promedio general de los datos de cada tratamiento para realizar la interpretación de la variable (CIMMYT, 1988)

$$Rel. B/C = \frac{BB}{CV}$$

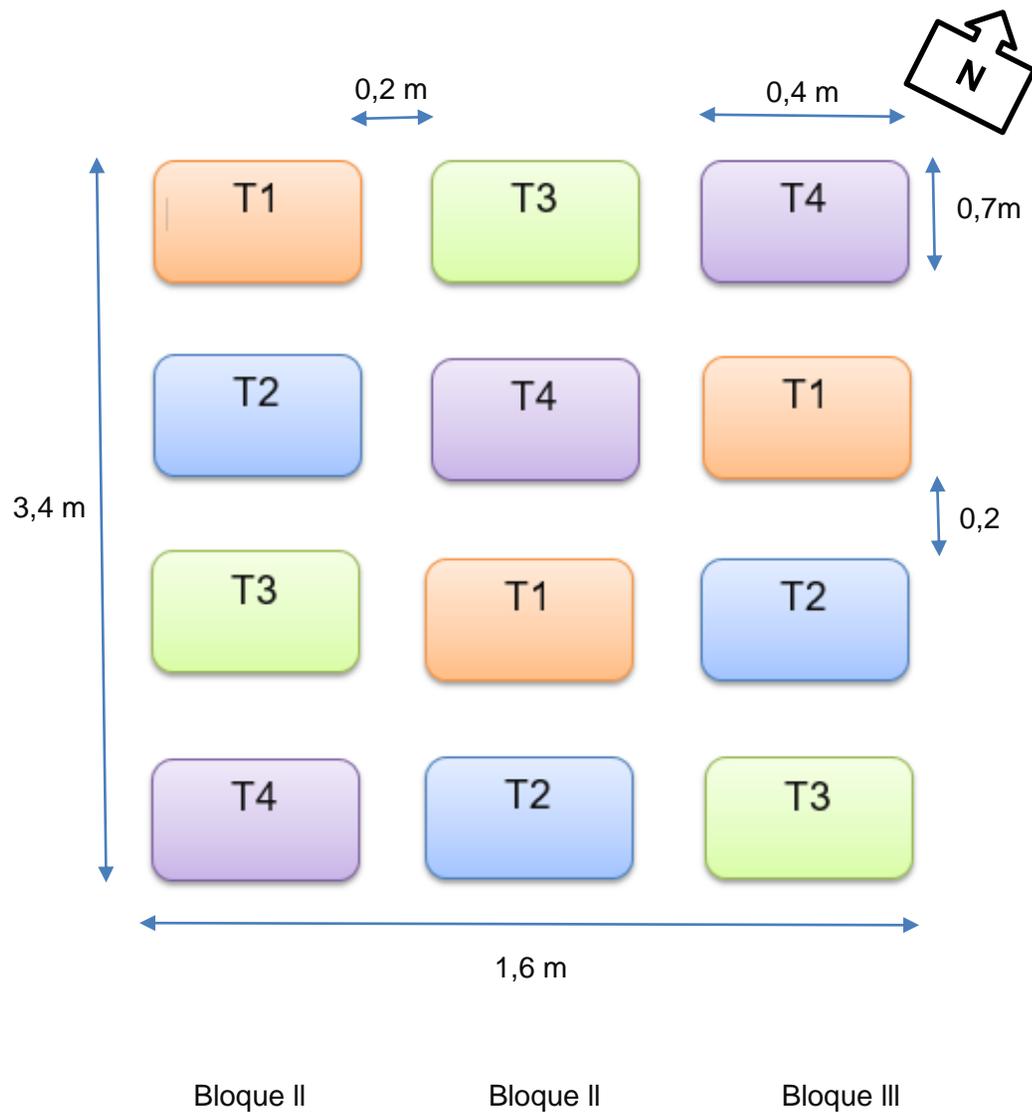
Dónde:

Rel.B/C: Relación beneficio costo

BB: Beneficio bruto

CV: Costos variables.

Figura 2. Croquis del Experimento



## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación es para la evaluación de la propagación de saúco (*sambucus perubiana* K.) bajo el uso de cuatro diferentes sustratos naturales en el Centro Experimental de Kallutaca.

### 4.1. Análisis de laboratorio del sustrato

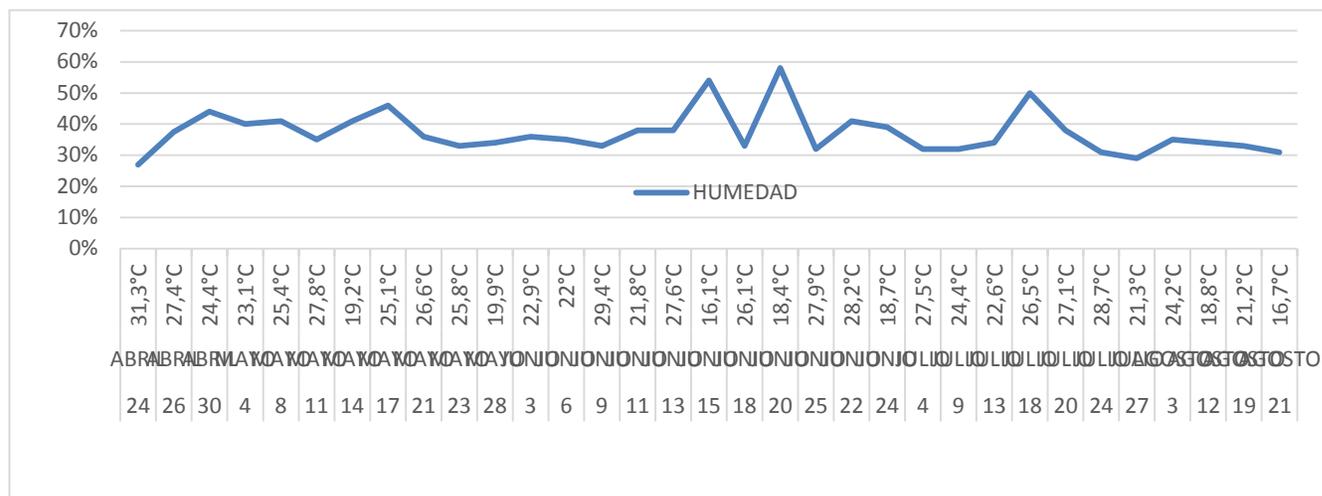
Nombre de la muestra		Prensa de extracción	Previo embolsado	Turba para muestra	Sustrato Arena
PH		4,7	4,5	5,4	5,2
Conductividad Eléctrica	dS.m-1	0,115	0,104	0,107	0,066
Nitratos	mg-l -1 de muestra	46,5	27,9	703,7	40
Calcio	mg-l -1 de muestra	117,6	53,7	38,7	37
Magnesio	mg-l -1 de muestra	52,8	24,1	17,5	20,1
Potasio	mg-l -1 de muestra	31,1	13,3	316,6	110,8
Sodio	mg-l -1 de muestra	207,2	85,4	174,3	183,1
Densidad base humedad	Kg.m -3	312	146	1139	594
Densidad base seca	Kg.m -3	37	50	903	390
Humedad	%m/m	88	66	21	34
Materia Orgánica	%m/m	91	76	8	18
Porosidad de aire	% v/v	56,6	63,8	1,6	16,4
Porosidad de agua	% v/v	40,3	31,7	59,6	65,8
Porosidad total	% v/v	96,8	95,5	61,2	82,2

Según Gavilán (2003), las propiedades químicas de los sustratos caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del sustrato: reacciones de disolución e hidrólisis de los constituyentes minerales (química), reacciones de intercambio de iones (físico-químico) y reacciones de biodegradación de la materia orgánica (bioquímica). Los materiales orgánicos son los componentes que contribuyen en mayor grado a la química de los sustratos. Debido principalmente a la formación y presencia de las sustancias húmicas, el producto final más importante de la descomposición de materia orgánica.

Bowman y Paul (1983), indica es importante que al momento de plantar un sustrato provea no sólo un ambiente físico favorable, sino también uno químico.

## 4.2. Aspectos agroclimatológicos

Las temperaturas medias, humedad ambiental y humedad del suelo registradas con micro controlador Arduino, se inició el registro y la respectiva plantación de esquejes de saúco.



**Figura 3. Temperaturas medias, humedad ambiental**

Las temperaturas entre 21°C y 27°C son satisfactorias para lograr el enraizamiento, en la mayoría de las especies forestales algunas enraízan mejor a temperaturas bajas y se debe evitar la temperatura del aire demasiado alta. Las temperaturas mínimas fluctúan entre 5,0 y 6,0 °C lo que favorece la rizogénesis; ya que las tasas de evaporación son menores, y la capacidad de retención de agua del aire (humedad) es dependiente de la temperatura, por lo cual las temperaturas bajas ayudan a evitar el estrés hídrico al mantener una humedad relativa alta. (Hartmann y Kester, et al., 1996).

### 4.3. Emisión de brotes (EDB)

**Cuadro 2. Análisis de la Varianza para la determinación de emisión de brotes**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	224,51	8	28,06	8,39	<0,0001
BLOQUE	12,79	2	6,4	1,91	0,1494
TRA	0,9	4	0,23	0,9	0,4632
Error	83,05	331	0,25		
Total	83,95	335			

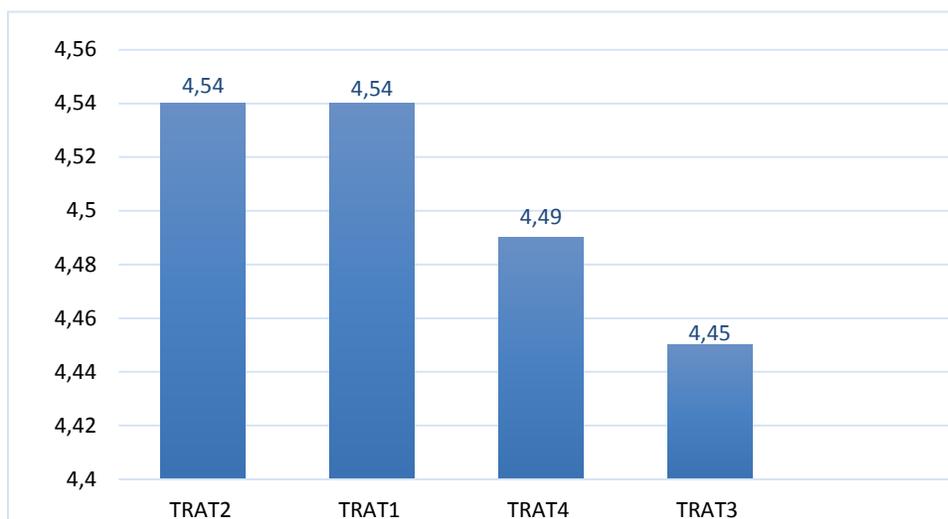
CV = 11,16%

En el cuadro 3, se observa el ANVA para el número de brotes a los 120 días, lo que indica que existen diferencias altamente significativas en la emisión de brotes a efecto de los bloques y tratamientos estudiados ( $p < 0.01$ ). No existe evidencia estadística para asumir interacción entre factores. El coeficiente de variación fue de 11,16, lo que nos indica que los datos son confiables.

**Cuadro 3. Comparaciones de medias Duncan de la emisión de brotes (EDB) de estacas de Sauco**

TRAT	Medias	n	Duncan(5%)
TRAT2	4,54	84	A
TRAT1	4,54	84	A
TRAT4	4,49	84	A
TRAT3	4,45	84	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 4. Emisión de brotes de los tratamientos**

En la figura 4 podemos observar que el tratamiento 2 y 1 son similares pero superiores al tratamiento 4 y 3 dándonos respuestas favorables para el número de brotes del sustrato de turba y arena al 1:1 y turba y arena relación 2:1.

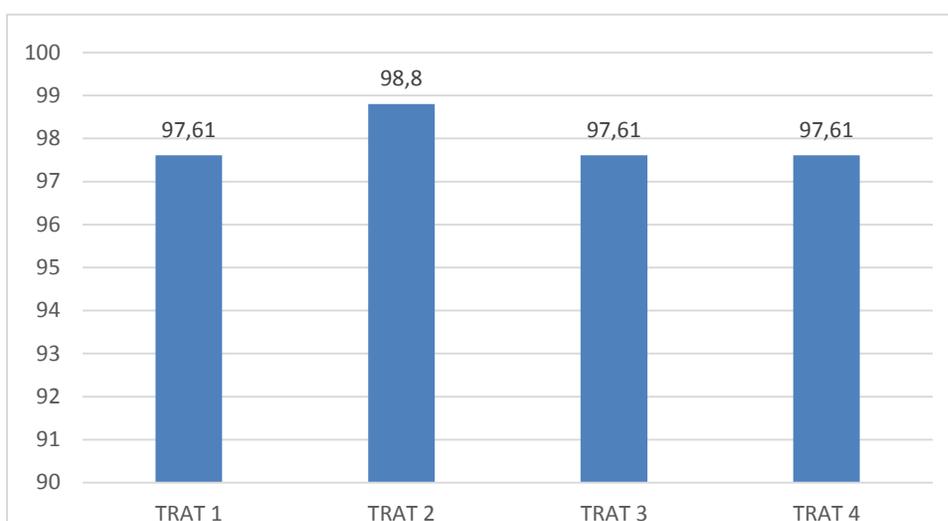
Un aspecto importante a considerar es el contexto nutricional de la planta madre, en el presente caso, para *Sambucus*, solo se contaba con un espécimen el cual se encontraba en regulares condiciones, sobre esto Hartmann et al. (2002), indican que existe evidencia que la nutrición de la planta madre influye sobre el desarrollo de las raíces y ramas en las estacas tomadas de ellas; el material adecuado de estacas que está en función a la riqueza de carbohidratos y pueden determinarse por la firmeza del tallo.

Esto puede ser por el mayor aporte de material orgánico que se encuentra en la turba con un porcentaje de retención de agua que favorece al sauco. La arena nos aporta también macroporos que permitan la aireación de las raíces. Este espacio debe ser un 20 % del volumen total. Su pH debe estar alrededor de 6-6.5 que es el ideal para casi todas las plantas.

#### 4.4. Porcentaje de supervivencia (PDS)

	TRAT 1	TRAT 2	TRAT 3	TRAT 4	SUMA
Estacas prendidas	82	83	82	82	329
TOTAL	84	84	84	84	336
<b>TOTAL (%)</b>	97,61	98,8	97,61	97,61	

**Figura 5. Porcentaje de supervivencia**



El sustrato compuesto solo de turba y arena 1:1 (T2) fue el que presentó mayor porcentaje de supervivencia de esquejes presentando (98,8%), seguido de (T1, T3, T4) con 97,61%.

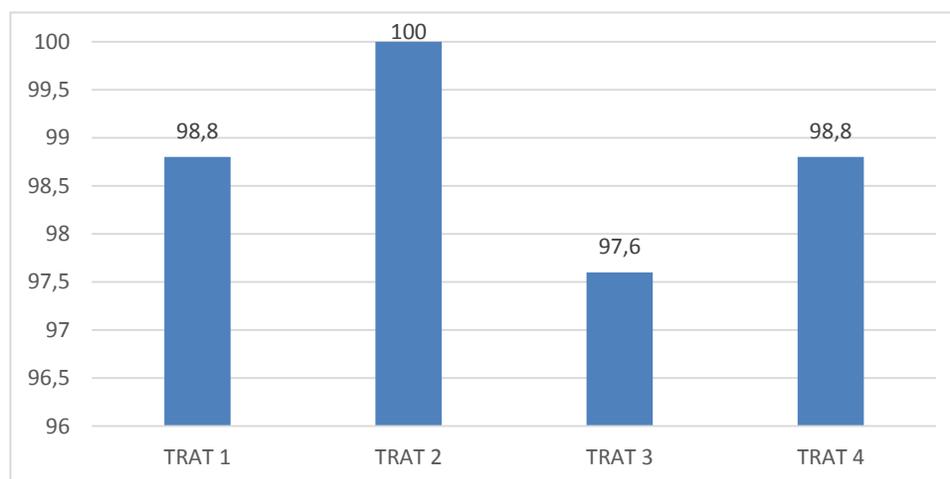
La arena, como sustrato para plantas, mejora el drenaje, la aireación y el desarrollo radicular. Su uso ayuda a prevenir la pudrición de raíces y favorece el crecimiento de plantas más saludables.

El sustrato de turba, especialmente la turba negra, aporta nutrientes como fósforo y potasio, además de retener agua y nutrientes esenciales para las plantas, la turba también mejora la estructura del suelo, favoreciendo el crecimiento radicular y la aireación (Abella, 2000)

#### 4.5. Porcentaje de enraizamiento (PDE)

	TRAT 1	TRAT 2	TRAT 3	TRAT 4	SUMA
Estacas enraizadas	83	84	82	83	332
TOTAL	84	84	84	84	336
<b>TOTAL (%)</b>	98,8	100	97,6	98,8	

**Figura 6. Porcentaje de enraizamiento**



El sustrato compuesto solo de turba y arena 1:1 (T2) fue el que presento mayor porcentaje de enraizamiento de esquejes (100%), seguido de T1 turba y arena 2:1 (98,8) y T4 arena 1 (98,8) Y el que menor porcentaje de enraizado presento fue T3 turba 1(97,6).

Para el porcentaje de enraizamiento fueron considerados aquellos que lograron desarrollar brotes de al menos 1 mm de largo que comprenden a aquellos que presentan signos de vida y adaptación.

Estos resultados podrían deberse a que los árboles madre de los que se extrajeron los esquejes se encontraban en una etapa juvenil y en una época del año donde las plantas madre no estaban en periodo de dormancia completamente.

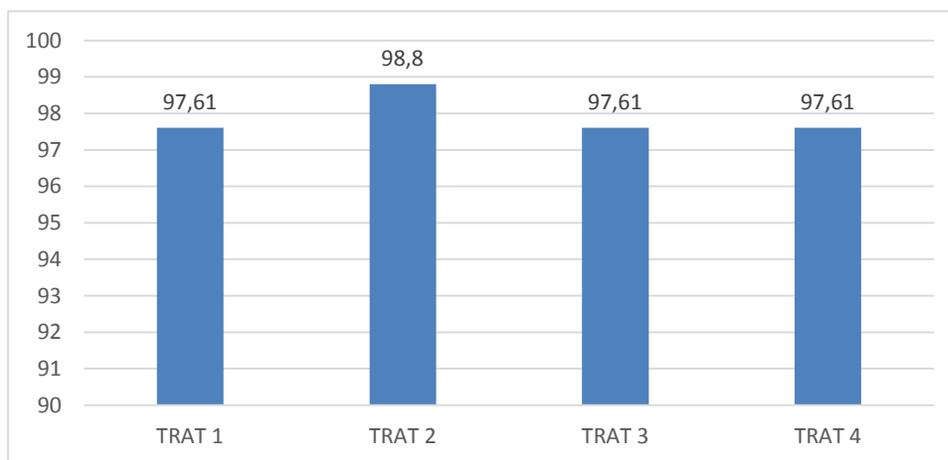
#### 4.6. Porcentaje de prendimiento (PDP)

Para el porcentaje de prendimiento fueron considerados aquellos que lograron desarrollar la emisión del sistema radicular que comprenden a aquellos que presentan signos de vida y adaptación para la absorción de nutrientes.

	TRAT 1	TRAT 2	TRAT 3	TRAT 4	SUMA
estacas prendidas	82	83	82	82	329
TOTAL	84	84	84	84	336
<b>TOTAL (%)</b>	97,61	98,8	97,61	97,61	

Se obtuvo un número de estacas con emisión del sistema radicular de saúco y un total de 28 estacas por tratamiento que representa el 98,8% de porcentaje de prendimiento. Se encuentran saludables y en estándares aceptables para su desarrollo íntegro y su trasplante a sitio definitivo en casos de reforestación en el Centro Experimental de Kallutaca.

**Figura 7. Porcentaje de prendimiento de estacas**



Se puede evidenciar que el mayor porcentaje de prendimiento está presente en el T2 turba y arena 1:1 (98.8) seguido de los demás tratamientos T1, T3 y T4 con un (97,61).

El prendimiento de estacas por propagación asexual es posible, porque cada una de las células de las plantas poseen los genes necesarios, para el crecimiento y desarrollo de la misma; y durante la división celular que ocurre durante el crecimiento y regeneración.

#### 4.7. Número de raíces por estaca (NRE)

**Cuadro 4. Análisis de varianza para determinar el número de raíces por estaca**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	58,92	8	7,37	0,89	0,5264
BLOQUE	33,51	2	16,75	2,02	0,1342
TRA	25,41	6	4,24	0,51	0,8
Error	2711	327	8,29		
Total	2769,93	335			

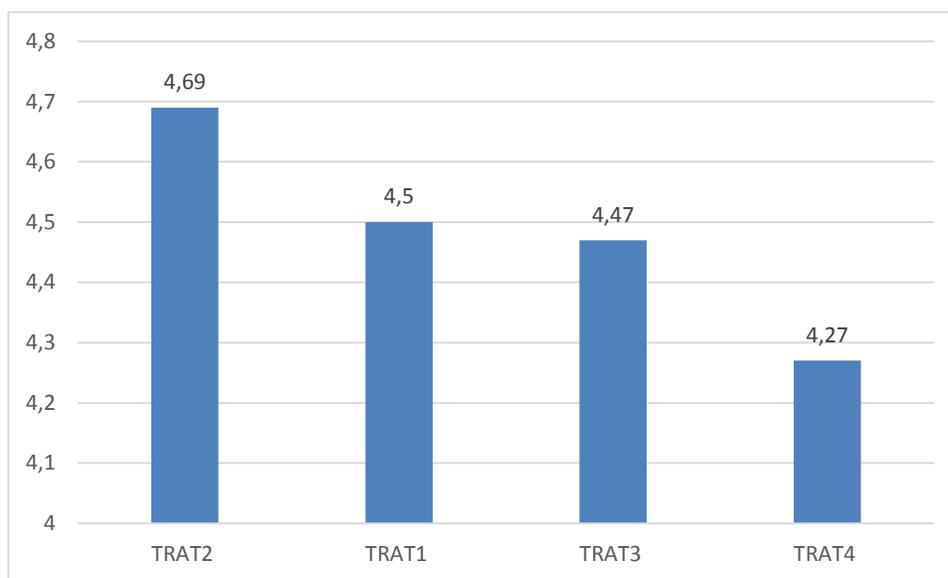
CV = 12,26%

El análisis de varianza (cuadro 5) indica que no existen diferencias estadísticas en la determinación de número de raíces a efecto de bloques y tratamientos estudiados ( $p < 0.01$ ). No existe evidencia estadística para asumir interacción entre factores. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. El coeficiente de variación fue de 9,55%, lo que indica de los datos obtenidos y analizados son confiables.

**Cuadro 5. Comparaciones de medias Duncan de numero de raíces por estaca en cada tratamiento**

TRAT	Medias	n	Duncan (5%)
TRAT2	4,69	84	A
TRAT1	4,5	84	A B
TRAT3	4,47	84	A B
TRAT4	4,27	84	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 8. Número de raíces por estaca**

En la figura 6 se puede apreciar que el T2 es superior al T1, T3 y T4 para el número de raíces raíz.

La edad en la estaca de saúco es muy importante en la etapa de enraizado, la capacidad de enraizado disminuye con la edad del esqueje (después de la poda). La sección de la planta donde se obtiene la estaca también es importante, ya que en plantas juveniles se logra mayor enraizado con estacas apicales que con basales.

#### 4.8. Longitud de raíz (LDR)

**Cuadro 6. Análisis de varianza para determinar la longitud de raíz**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45,51	8	5,69	2,06	0,0394
BLOQUE	15,77	2	7,88	2,85	0,0591
TRA	29,75	6	4,96	1,79	0,0997
Error	903,81	327	2,76		
Total	949,32	335			

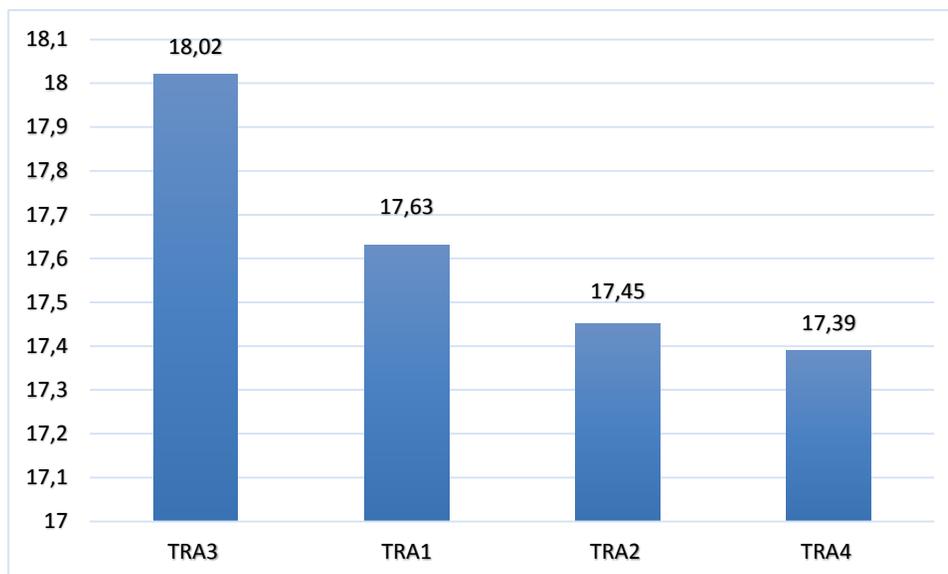
CV= 9,55%

El análisis de varianza (cuadro 7) indica que no existen diferencias estadísticas en la motilidad individual de la longitud de raíz por estaca entre los bloques y tratamientos estudiados ( $p < 0.01$ ). No existe evidencia estadística para asumir interacción entre factores. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. El coeficiente de variación fue de 12,26%, lo que indica que los datos analizados son confiables.

**Cuadro 7. Comparaciones de medias Duncan de numero de raíces por estaca en cada tratamiento**

TRA	Medias	n	Duncan (5%)
TRA3	18,02	84	A
TRA1	17,63	84	A
TRA2	17,45	84	A
TRA4	17,39	84	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 9. Longitud de raíz por estaca**

En la figura 7 podemos apreciar que el T3 turba 1 es superior en la longitud de la raíz obteniendo 18,02 cm y superan en la longitud de raíz a los demás tratamientos T1, T2 y T4, dándonos resultados favorables.

Hartmann F. (1990) citado por Tinco (2013), recomiendan arena suficientemente fina como para retener algo de humedad y lo bastante gruesa para permitir que el agua se drene fácilmente a través de ella. En medio de arena, en combinación con otros sustratos, las raíces ramifican bien, son delgadas y flexibles.

El mismo autor señala que la auxina controla el crecimiento de la raíz a través de dos efectos separados, al encontrar que aquella acelera el crecimiento del ápice de la raíz al principio, pero inhibe su expansión posterior. Esta aparente dualidad de acción se puede deber al cambio de las concentraciones de otros factores del crecimiento, tales como las citoquininas.

#### 4.9. Días de brote de hojas (DBH)

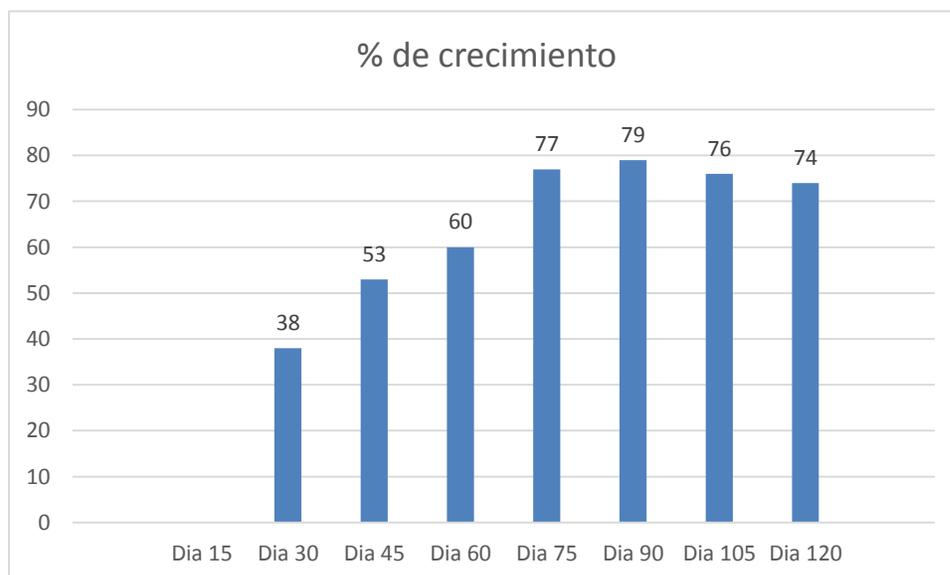
**Cuadro 8. Análisis de varianza para determinar los días de brote de hojas de cada tratamiento**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	210,75	8	26,34	35,13	<0,0001
BLOQUE	142,31	2	71,15	94,87	<0,0001
TRA	68,44	6	11,41	15,21	<0,0001
Error	245,25	327	0,75		
Total	456	335			

CV= 19,26%

En el cuadro 9, se observa el ANVA días al brote de hoja los 120 días, lo que indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y bloques. Se puede apreciar que el coeficiente de variación (CV) fue de 19,26%, lo que indica que los datos son confiables.

**Figura 10. Porcentaje de días de brote de hojas en los 120 días**



En la figura 8, se observa el porcentaje de días de brote de hoja, teniendo en cuenta que hasta el día 90 logró su mayor porcentaje de crecimiento, disminuyendo con el 74% de brote de hojas para los 120 días.

#### 4.10. Día de brote de ramas (DBR)

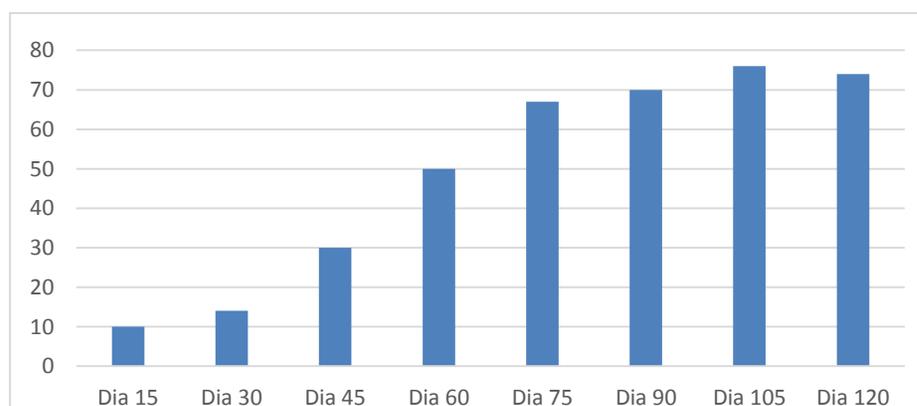
**Cuadro 10. Análisis de varianza para determinar los días de brote de ramas de cada tratamiento**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,74	6	0,79	0,62	0,7138
TRA	4,74	6	0,79	0,62	0,7138
Error	418,76	329	1,27		
Total	423,5	335			

CV= 5,64%

En el cuadro 10, se observa el ANVA para el número de días de brotes de ramas los 120 días, lo que indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos y bloques. Se puede apreciar que el coeficiente de variación (CV) fue de 5,64%, lo que indica que los datos obtenidos son confiables.

**Figura 11. Porcentaje de brote de ramas durante 120 días**



En la figura 9 se observa el porcentaje de días al brote de ramas a los 120 días.

#### 4.11. Relación beneficio costo

**Cuadro 9. Relación beneficio costo por tratamiento**

TRATAMIENTO	PRODUCCION PLANTINES POR TRATAMIENTO	PORCETAJE DE MORTALIDAD	PRODUCCION NETA	PRECIO UNIDAD (Bs/Planta)	Beneficio Bruto (Bs/tratamiento)	costo de producción(Bs/planta)	Beneficio Neto(Bs)	Rel. B/C(BS)
turba y arena 2:1	84	2,4	82	10	820	686,6	133,4	1.19
turba y arena 1:1	84	1,2	83	10	830	659,6	170,4	1.25
turba 1	84	2,4	82	10	820	699,6	120,4	1.17
arena 1	84	2,4	82	10	820	690,6	129,4	1.18

La relación beneficio costo realizado por cada tratamiento en la reproducción vegetativa del Sauco en cuatro diferentes sustratos. En el cuadro 11 muestra que el T2 turba y arena 1:1, llegando a obtener una mayor ganancia de 1.25 el cual nos da a entender que por cada boliviano invertido llegamos a ganar 0.25 Bs, seguido del T1 turba y arena 2:1 con un beneficio costo de 1.19 y el T1 turba 1 llegando a obtener menor ganancia de 1.17 dando a entender que por cada boliviano invertido se llega a ganar 0.17 Bs.

## 5. CONCLUSIONES

- Se acepta la hipótesis nula ya que la investigación no muestra diferencias significativas.
- El mayor índice de emisión de brotes se presenta con el sustrato formado por Turba y arena 2:1 y turba y arena 1:1 con un número de 4,54 de emisión de brotes. En segundo lugar, se presenta con el sustrato compuesto por arena, con el cual se obtuvo un 4,49 de emisión de brotes.
- El que menor porcentaje de sobrevivencia presentó fue el sustrato compuesto por 100% turba con un número 4,45 de emisión de brote. Esto puede ser debido al bajo contenido de nutrientes que posee la turba y su pH ligeramente ácido.
- Se concluye que el mejor sustrato para el enraizado de esquejes de sauco que presentó mayor porcentaje de esquejes enraizados 100% con el sustrato compuesto por turba y arena 1:1.
- Con respecto a la brotación de hojas y ramas, durante los primeros 15 días, considerando que posteriormente al repique se observó, que luego de 10 días más del 50% de los esquejes enraizados iniciaron la emisión de brotes de hojas y ramas. Esto se debe a la temperatura en la que se expusieron los esquejes.
- Por lo tanto, aunque los tipos de sustrato hayan generado condiciones favorables para la formación de brotes en los esquejes, esto es independiente a la formación de raíces, caracterizándose por ser mínimo el número de brotes en cortos días, aumentando la aparición de brotes en el transcurso de los días consiguientes al trasplante.

## 6. RECOMENDACIONES

- Utilizar los resultados obtenidos en la investigación con enfoque práctico, con la finalidad de que sean incorporados por los productores de plantines de Sauco en un programa de propagación vegetativa.
- 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.
- Desarrollar la propagación vegetativa de Sauco en épocas de verano y primavera, considerando la alta susceptibilidad que los plantines de Sauco denotan.
- Se sugiere a los productores de plantines 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.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agricultura, Ministerio de. 2019. "Ministerio de Agricultura." *Octubre* 76.

Aquise, Olga Condor. 2019. "Compuestos Bioactivos y Capacidad Antioxidante de Fruto de Sauco (*Sambucus peruviana* L.) Recolectados En Diferentes Altitudes de La Provincia de Andahuaylas-Apurimac." Universidad Nacional Jose Maria Arguedas.

Benavides Jaramillo. 2019. "Evaluación de Dos Especies Arbóreas: Saúco (*Sambucus nigra*) y Acacia (*Acacia decurrens*) En La Alimentacion Animal." Universidad Nacional De Cajamarca.

Cerquín, Dina Días. 2021. "Efecto de Tres Dosis de Humus de Lombris (*Eisenia Foetida*) En El Cultivo de Saúco (*Sambucus peruviana* L.)." Universidad Nacional de Cajamarca.

Flores, A. 2009. Propagación por acodo aéreo de *Magnolia grandiflora* L. Consultado el 03 mayo 2023. Disponible en: [http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120](http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120).

Galindo, M. 2003. Dendrología y propagación vegetativa del "Sauco" *Sambucus peruviana* HBK, con muestras tomadas a tres niveles de la rama. Tesis para optar el grado de Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 99 pp.

Google Earth. 2025. (Programa informativo que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital). Consultado 27 mayo 2023. Disponible en: <http://www.google.es/intl/es/earth/index.html>.

Guerron, Ana Gabriela Mallamas, and Edison Rodrigo Chuquin Espinosa. 2019. "Evaluación de Diferentes Tipos de Estacas Al Enraizamiento Con La Utilización de Dos Tipos de Auxinas (Ana e Iba) Con Tres Dosis Para La Producción de Plantas de Sauco (*Sambucus peruviana*), Tumbaco-Quito." *Sustainability (Switzerland)* 11(1):1–14.

Lopez, Dania Fonseca, Anyela Esperanza Salamanca, Carlos Eduardo Rodriguez, Jose Luis Hoypos, Ivan Darío Ortero, and Nestor Raúl Torres. 2019. "*Peruviana* ,

*Sambucus nigra* y *Morus alba* En Un Banco Forrajero Nutritional Characterization and Production of Biomass of *Sambucus peruviana* , *Sambucus nigra* and *Morus alba* in a Forage Bank.” 10(2).

Lovera Fernández, Julio César. 2006. “Análisis Comparativo de Las Propiedades Físicas y Químicas Del Fruto de Saúco (*Sambucus Peruviana* H.B.K) Evaluadas En Dos Rangos Altitudinales En La Parte Alta de La Cuenca Del Río Llaucano, Cajamarca - Perú.” Universidad Nacional Agraria La Molina.

Milena, Beatriz, Grajales Atehortúa, María Magdalena, Botero Galvis, Juan Fernando, and Ramírez Quirama. 2015. “Saúco ( *Sambucus Nigra* L .) Con Énfasis En Su Implementación En Sistemas Silvopastoriles Del Trópico Alto Features , Management , Uses and Benefits of Saúco ( *Sambucus Nigra* L .) with Emphasis on Its Implementation in the Tropic High Silvopastoral Systems.” 14.

Montúfar, Cantones, Y. S. A. N. Pedro, and E. L. Carchi. 2007. “View Metadata, Citation and Similar Papers at Core.Ac.Uk.” Universidad Tecnica del Norte.

Mostacero-Leon, José, Freddy Mejia-Coico, Freddy Pelaez-Pelaez, and Manuel Charcape-Ravelo. 1998. “Especies Madereras Nativas Del Norte Del Perú.” Revista REBIOL 16(1 Y 2):67–78.

Palacios, Maryury Mosquera. 2009. “Determinación Del Índice de Prioridad de Conservación (IPC) Para El Establecimiento de Estrategias de Conservación de Plantas Medicinales En La Comunidad Del Llano, Río Anchicayá, Municipio de Buenaventura.”

Rio, Tejero del. 2012. “Facultad de Medicina Departamento de Biología Celular , Histología y tesis doctoral : ‘ Caracterización Químico-Física y Toxicológica de Las Lectinas Antinutricionales Ebulina f y SELfd de Frutos de *Sambucus Ebulus* L .” 133.

Rojas, Gustavo Vargas. 2011. “Botanica Genaral. Desde Musgos Hasta Los Arboles.” 2:437.

Ruiz, Manuel. 2017. “Efecto Tóxico del Saúco , *Sambucus peruviana* ( CAPRIFOLIACEAE ), Toxic Effect of Peruvian Elderberry , *Sambucus peruviana* ( CAPRIFOLIACEAE ), ON *Daphnia magna* , *Sitophilus zeamais* , AND *Copidosoma Koehleri* IN PERU.”

33:3–13.

Rupoerti, Bryan Oswaldo Barzola. 2020. "Evaluación de Diferentes Enraizantes Naturales vs. Enraizantes Inorganicos Para Propagación Vegetativa Por Esquejes de Sauco (*Sabucus peruviana*) En Santa Elena- Ecuador." Universidad estatal Península de Santa Elena Facultad de Ciencias Agrarias.

Sanches, Gabriel, and Hugo Amado. 2020. "Propagación de Sauco (*Sambucus peruviana*) Para El Sistema de Alimentación Ganadera Del Tropico Altoandino." 22(3):285–301.

Torpoco, Rosales, Joe Larry, Para Optar, and E. L. Título. 2015. "ROSALES TORPOCO, Joe Larry." Universidad Nacional Del Centro Del Perú.

Villavicencio, E., A. González, and M. Carranza. 2012. "Micropropagación de *Epithelantha micromeris* ( Engelm .) y Recurso Fitogenético del Desierto Chihuahuense." *Rev. Mex. Cien* 3(14):83–102.

# **8. ANEXOS**

### Anexo 1. Preparación del área de investigación



### Anexo 2. Macetas alineadas de acuerdo al croquis



### Anexo 3. corte a bisel e hidratación de estacas



### Anexo 4. Emisión de brotes



**Anexo 5. Encallado de esquejes a los 30 días**



**Anexo 6. Enraizado a los 45 días**



### Anexo 7. Brote de hojas y ramas



### Anexo 8. Registro de longitud y número de raíz



**Anexo 9. Desarrollo foliar****Anexo 10. Lectura de humedad y temperatura**