



**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**TECNOLOGIA SUPERIOR EN AGROECOLOGÍA**

**Propagación asexual de tres especies de plantas nativas para la  
protección de fuentes hídricas en la comunidad de Rañas del cantón  
Nabón**

**Trabajo previo a la obtención de del título de  
Tecnóloga Superior en Agroecología**

**AUTORES:**

Vilma Johanna Morocho Morocho

María Mercedes Morocho Morocho

**DIRECTOR:**

**Blgo. Segundo Adolfo Verdugo Navas**

**CUENCA – ECUADOR**

**2025**

## **Dedicatoria**

A Dios.

Que me ha regalado salud y vida, ha sido mi fortaleza en momentos difíciles y que me mantuvo siempre de pie ante este proceso.

A mi querido esposo y a mis amadas hijas.

Que han sido mi motivación e inspiración a lo largo de mi preparación académica. En los momentos difíciles fueron mi fortaleza y me ayudaron a mantener firme en esta etapa de mi vida. Hoy quiero agradecerles por su apoyo incondicional.

Vilma Morocho

Con todo mi corazón, dedico este trabajo a Dios, por haberme concedido la vida, la salud y la sabiduría para continuar, incluso cuando el camino se tornó difícil. Gracias por ser mi fuerza y mi refugio en cada paso de este proceso.

A mis padres, cuyo amor y esfuerzo han sido el pilar de mi formación y mi carácter.

A mis hijos, Abner y Deyma, por ser la razón más pura para seguir creciendo; en ustedes florece mi mayor inspiración.

A mi esposo David, compañero de vida, gracias por tu paciencia, tus palabras de aliento y por creer en mí aun cuando yo dudaba. Este logro no es solo mío: es la huella de cada uno de ustedes en mi camino.

María Morocho

## **Agradecimiento**

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a la Universidad del Azuay por habernos otorgado la beca y por brindar el espacio adecuado para nuestra formación académica, y a nuestros docentes que con su conocimiento y sabiduría nos han preparado para enfrentarnos a la vida profesional. Que sin su ayuda no hubiésemos logrado este objetivo. Gracias por ser parte indispensable a lo largo de esta etapa.

## **Resumen**

El presente trabajo constituye una memoria técnica sobre la propagación asexual de tres especies de plantas nativas del Ecuador, con fines de restauración ecológica y conservación hídrica en la comunidad de Rañas, cantón Nabón. El objetivo principal fue evaluar el potencial de propagación asexual de *Smallanthus microcephalus*, *Dendrophorbium tipocochensis* y *Salvia hirta*, mediante el uso de diferentes sustratos, con el propósito de contribuir a la restauración de la vegetación y a la protección de los recursos hídricos locales.

La investigación también buscó generar conciencia en la comunidad sobre el valor ecológico y productivo de las especies nativas, promoviendo su integración en prácticas sostenibles que favorezcan la biodiversidad y la conservación de las vertientes.

Para el desarrollo del estudio se implementó un vivero experimental de 24,70 m<sup>2</sup>, dividido en tres camas de cultivo. Se prepararon fundas perforadas con dos tipos de sustrato (turba y tierra de vivero), y se procedió a la recolección y siembra de esquejes de las tres especies seleccionadas. Posteriormente, se evaluó su comportamiento en términos de crecimiento, enraizamiento y supervivencia bajo condiciones controladas.

Los resultados obtenidos ofrecen insumos relevantes para programas de restauración ecológica, al identificar especies con mayor potencial de propagación vegetativa y sustratos más adecuados para su establecimiento inicial, aportando así a la gestión sostenible del recurso hídrico y la biodiversidad en ecosistemas andinos.

**Palabras claves:** Especies nativas, sustrato, fuentes hídricas, propagación asexual, turba.

## **Abstract**

This paper constitutes a technical report on the asexual propagation of three native plant species of Ecuador, aimed at ecological restoration and water conservation in the community of Rañas, Nabón canton. The main objective was to **evaluate the asexual propagation potential of *Smallanthus microcephalus*, *Dendrophorbium tipocochensis*, and *Salvia hirta* using different substrates**, with the purpose of contributing to vegetation restoration and the protection of local water resources.

The study also aimed to raise community awareness about the ecological and productive value of native species, promoting their integration into sustainable practices that support biodiversity and watershed conservation.

For the development of the study, a 24.70 m<sup>2</sup> experimental nursery was implemented and divided into three cultivation beds. Perforated planting bags were prepared with two types of substrates (peat and nursery soil), followed by the collection and planting of cuttings from the three selected species. Their behavior was then evaluated in terms of growth, rooting, and survival under controlled conditions.

The results provide valuable insights for ecological restoration programs by identifying species with greater vegetative propagation potential and the most suitable substrates for their initial establishment, thus contributing to the sustainable management of water resources and biodiversity in Andean ecosystems.

**Keywords:** Native species, substrate, water sources, asexual propagation, peat.

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	i
Agradecimiento .....	ii
Resumen.....	iii
Abstract .....	iv
Índice de contenido.....	v
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras e imágenes.....	vii
Índice de anexos.....	viii
<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Objetivo general .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Procedimiento .....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Ubicación .....</b>	<b>3</b>
<b>3.2 Materiales y equipos .....</b>	<b>4</b>
<b>3.3 Metodología .....</b>	<b>5</b>
3.3.1 Adecuación del umbráculo.....	5
3.3.2 Tipos de sustratos utilizados .....	6
3.3.3 Enfundado .....	7
3.3.4 Adquisición de material de propagación.....	8
3.3.5 Traslado de los esquejes .....	10
3.3.6 Siembra de los esquejes.....	11
3.3.7 Cuidado posplantación.....	11
3.3.7.1 Riego.....	11
3.3.7.2 Control de maleza .....	11
3.3.7.3 Toma de datos.....	11
<b>4. Resultados.....</b>	<b>12</b>
<b>5. Conclusión.....</b>	<b>19</b>
<b>6. Lista de referencias.....</b>	<b>21</b>
<b>8. Anexos fotográficos.....</b>	<b>23</b>

## **Índice de tablas**

Tabla 1. Materiales, sustratos y equipos utilizados en el estudio. ....	5
---	---

## Índice de figuras e imágenes

Figura 1. Ubicación de sitio de estudio .....	3
Figura 2. El umbráculo que se construyó para llevar a cabo la investigación.....	6
Figura 3. Tierra del vivero.....	6
Figura 4. Material orgánico formado de la descomposición parcial de la vegetación (turba). ....	7
Figura 5. Preparación del sustrato y enfundado. ....	8
Figura 6. Planta <i>Smallanthus microcephalus</i> . ....	9
Figura 7. Planta <i>Dendrophorbium tipocochensis</i> . ....	9
Figura 8. Muestra botánica de la planta <i>Salvia hirta</i> . ....	10
Figura 9. La imagen muestra cómo se realizó el traslado de los esquejes. ....	11
Figura 10. Supervivencia de los esquejes en turba y sustrato de vivero. ....	14
Figura 11. Porcentaje de hojas en turba y sustrato de vivero. ....	15
Figura 12. Porcentaje de raíces en turba y sustrato de vivero.....	16
Figura 13. Longitud de raíces en turba y sustrato de vivero.....	18

## Índice de anexos

Anexos 1. Construcción del umbráculo.....	23
Anexos 2. Estructura del umbráculo .....	23
Anexos 3. Colocación de fundas Anexos 4. Realización de hoyos Anexos 5. Siembra	24
Anexos 6. Lote de esquejes .....	24
Anexos 7. Toma de datos, Anexos 8. Riego.....	25
Anexos 9. Revisión de la parte radicular .....	25
Anexos 10. Desarrollo radicular .....	26

## 1. Introducción

La conservación de los recursos hídricos es esencial para garantizar la sostenibilidad ambiental, especialmente frente al cambio climático. Este recurso es vital para el equilibrio de los ecosistemas, la agricultura, la salud y la sociedad en general. No obstante, enfrenta un deterioro constante debido a diferentes actividades humanas, como la deforestación, la agricultura y la actividad industrial, que afectan tanto su cantidad como su calidad (Roldán & Ramírez, 2022). En este contexto, la implementación de prácticas de manejo sostenible y la protección de los recursos hídricos son claves para asegurar el bienestar social y ambiental.

La vegetación nativa desempeña un papel fundamental en la protección y conservación de las fuentes hídricas. Contribuye a regular la temperatura del agua, proporciona hábitats y alimento para numerosas especies, actúa como corredor biológico y regula el caudal hídrico. Además, genera sombra y ayuda a mantener el equilibrio ecológico. En particular, las plantas nativas son esenciales para restablecer la interacción entre flora y fauna, además de aportar un valor estético que enriquece el paisaje y promueve entornos más armónicos y sostenibles (Gastezzi et al., 2017).

En este contexto, el presente estudio propone la propagación de tres especies nativas del Ecuador —*Smalanthus microcephalus*, *Dendrophorbium tipocochensis* y *Salvia hirta*— mediante la técnica de propagación asexual o vegetativa. Este método, según Iglesias (1996) y López (2018), permite obtener individuos genéticamente idénticos a la planta madre. Lo que resulta especialmente valioso en especies que presentan baja producción de semillas, problemas de germinación o requerimientos ambientales muy específicos para reproducirse sexualmente (Hartmann et al., 2011). Estas limitaciones son comunes en muchas plantas nativas que se desarrollan en condiciones de altitud y clima particulares, como las del ecosistema andino, lo que dificulta su reproducción natural en vivero o en condiciones controladas (Jaramillo & Buitrón, 2019).

Además, la propagación vegetativa ofrece ventajas operativas importantes: permite multiplicar rápidamente individuos con características deseables, como adaptabilidad al entorno local, resistencia a plagas, o buena respuesta fisiológica en suelos degradados (Pérez & Salinas, 2021). En el caso de las especies seleccionadas para este estudio, se ha documentado que presentan potencial para su uso en restauración ecológica, pero existe escasa información sobre protocolos eficientes de reproducción. Por ejemplo,

*Smallanthus microcephalus*, especie endémica de los Andes, ha mostrado dificultades para reproducirse por semilla en condiciones ex situ (Vásquez et al., 2016), mientras que *Dendrophorbium tipocochensis* y *Salvia hirta* no han sido suficientemente estudiadas en cuanto a técnicas de propagación, a pesar de su potencial ecológico y ornamental.

Estas características hacen de la propagación vegetativa una alternativa técnica viable y eficiente para la reproducción de especies nativas en programas de restauración ecológica. Esto es particularmente relevante en áreas como humedales y zonas de recarga hídrica donde la vegetación original ha sido severamente afectada, con el objetivo de recuperar la biodiversidad, mejorar la cobertura vegetal y contribuir a la conservación de los recursos hídricos en territorios como la comunidad de Rañas, en el cantón Nabón.

Cabe mencionar la importancia de los sustratos que según, Mero & Manobanda (2023), señalan que, el uso de los sustratos es un factor principal que se ha empleado durante miles de años dentro de los viveros. El sustrato debe tener una estructura porosa y retener mayor cantidad de agua lo que asegura un adecuado desarrollo del sistema radicular en las primeras etapas de la siembra, además de facilitar el anclaje del sistema radicular. Romero (2015), menciona que los sustratos sirven como elemento estabilizador y como almacén de nutrientes, desempeñando, por lo tanto, un papel de soporte para la planta. Las cuales favorecen el desarrollo inicial y facilita su adaptación cuando se trasplanta en lugares definitivos, permitiendo establecerse mejor y crecer de manera óptima en su nuevo hábitat, minimiza el riesgo de estrés y problemas de adaptación, favoreciendo la resiliencia de las plantas en los ecosistemas locales.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar el potencial de propagación asexual de *Smallanthus microcephalus*, *Dendrophorbium tipocochensis* y *Salvia hirta* mediante el uso de sustratos para la restauración de la vegetación y la conservación de los recursos hídricos de la comunidad de Rañas del Cantón Nabón.

## 2.2 Objetivos específicos

- Describir las condiciones de desarrollo de los esquejes de las tres especies en dos tipos de sustratos (tierra de vivero y turba), para identificar diferencias en su comportamiento.
- Determinar la tasa de supervivencia de los esquejes de *Smalanthus microcephalus*, *Dendrophorbium tipocochensis* y *Salvia hirta* en cada tipo de sustrato.
- Analizar el crecimiento radical y caulinar de las tres especies en condiciones de propagación controlada, según el tipo de sustrato utilizado.

## 3. Procedimiento

### 3.1 Ubicación

El presente trabajo se llevó a cabo en la comunidad de San Miguel de Rañas, perteneciente a la parroquia y cantón Nabón, en la provincia del Azuay. Esta comunidad se encuentra a 51 km al sur de la ciudad de Cuenca, a una altitud de 2873 m s.n.m. (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de sitio de estudio

Fuente: Obtenida de Google maps (2025)

El área de estudio forma parte de la región andina del sur del Ecuador y se caracteriza por un ecosistema de páramo húmedo montano bajo. Las condiciones climáticas del lugar incluyen una temperatura media anual que oscila entre los 11 °C y 15 °C, y una precipitación anual promedio entre 900 y 1400 mm, con una marcada estacionalidad de lluvias entre los meses de octubre a mayo (MAATE, 2021; INAMHI, 2020). Los suelos

predominantes son de tipo andosol, con alta porosidad y buena capacidad de retención de agua, pero con una alta vulnerabilidad a la erosión cuando la cobertura vegetal se ve afectada (FAO, 2018).

En cuanto a la vegetación natural, la zona presenta remanentes de bosques montanos y vegetación arbustiva nativa, típicos del ecosistema andino. Entre las especies más comunes se encuentran arbustos como *Solanum spp.*, *Baccharis spp.*, y gramíneas nativas como *Festuca* y *Calamagrostis*. Sin embargo, muchas de estas áreas han sido intervenidas por prácticas agrícolas extensivas, tala de árboles y quema de vegetación, lo que ha reducido la cobertura natural y aumentado el riesgo de degradación de las fuentes hídricas (Rodríguez et al., 2020).

La elección de especies como *Smallanthus microcephalus*, *Dendrophorbium tipocochensis* y *Salvia hirta* responde a su adaptabilidad a las condiciones ecológicas del sitio, su potencial de establecimiento en suelos erosionados y su función ecosistémica como cobertura protectora del suelo, fuente de alimento para fauna nativa y su aporte al equilibrio hídrico del paisaje. Estas especies han sido identificadas en estudios florísticos regionales como parte de la vegetación natural del sur andino ecuatoriano, y son consideradas aptas para procesos de restauración ecológica en zonas de alta montaña (Valarezo et al., 2017; Tapia-Armijos et al., 2015).

Por tanto, las condiciones ambientales de San Miguel de Rañas, su altitud, clima y el deterioro de su vegetación original hacen imprescindible el uso de especies nativas que aseguren la recuperación del ecosistema y la protección de sus fuentes hídricas.

### **3.2 Materiales y equipos**

Para la realización del proyecto de titulación se utilizaron diferentes materiales y equipos, los mismos se presentan en la siguiente tabla que considera cuatro categorías: de materiales de campo, material vegetativo, sustratos y equipos de oficina (Tabla 1).

Materiales de campo	Material vegetativo	Sustratos	Equipos de oficina
Malla sarán	Estacas de las especies: <i>Smalanthus microcephalus</i> , <i>Dendrophorbium tipocochensis</i> , <i>Salvia hirta</i> .	Ceniza	Computadora
Fundas perforadas de vivero (15x25)		Cascarilla de arroz	Registro
Gavetas		Abonanza	Bolígrafos
Polimalla		Tierra de cerro	Lápiz
Clavos		Turba	Impresora
Manguera			Hojas de impresión.
Plástico			Cámara fotográfica
Pico			
Pala			
Flexómetro			
Calibrador			
Martillo			
Motosierra			
Barreta			
Carretilla			
Piola			
Guantes			
Saquillos			

Tabla 1. Materiales, sustratos y equipos utilizados en el estudio.

Fuente. Elaboración propia.

### 3.3 Metodología

#### 3.3.1 Adecuación del umbráculo

Para ejecutar este trabajo, se determinó el área y se construyó un umbráculo de 3,80 m de ancho por 6,50 m de longitud. Dentro de esta área se estableció una cama de cultivo de 1,20 m de ancho por 6,50 m de largo y dos camas de 0,6 m de ancho por 6,50 de largo, en el intermedio de las camas se dejó un espacio de 0,7 m de ancho el cual facilitó el acceso a monitorear las especies. En este espacio se colocaron las fundas con los esquejes previamente sembrados.

La estructura del umbráculo o vivero fue construida con madera de eucalipto, utilizando 15 viguillas de 2,50 m, 5 viguillas de 4,50 m, 18 tiras de 2,50 m, 6 barras de 4 m y 14 barras de 3,50 m. Para proteger las estacas de los rayos ultravioletas y evitar su deshidratación, se instaló la malla sarán en la cubierta. Además, se implementó una cerca de protección para impedir el ingreso de animales menores que pudieran causar daños mecánicos (Figura 2).

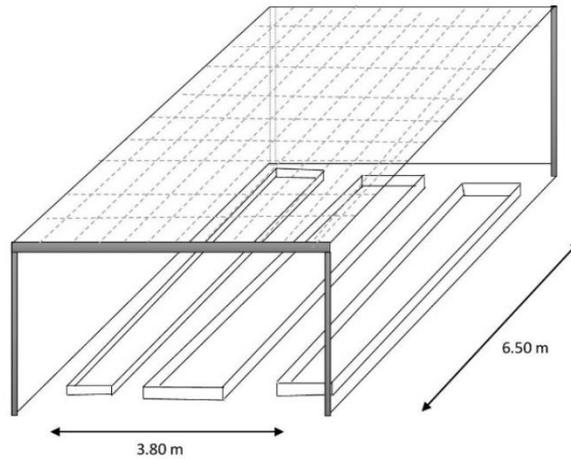


Figura 2. El umbráculo que se construyó para llevar a cabo la investigación.

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2 Tipos de sustratos utilizados

Para la elaboración de los sustratos, primero se identificó el área del cual se extrajo la tierra negro y turba.

#### **Sustrato 1.** Tierra de vivero

Este sustrato se obtuvo mezclando 4 carretillas de tierra negra, 2 palas de ceniza, 1 quintal de abonanza y  $\frac{1}{2}$  saco de cascarilla de arroz. Se agregó agua hasta alcanzar una humedad del 6%, la cual se determinó mediante la prueba de puño: se tomó un puñado de sustrato, se presionó y se dejó caer desde una altura de 20 cm; si el material no se deshacía al impactar con el suelo, la humedad era adecuada. Una vez preparado, el sustrato se dejó en reposo durante un día antes de su uso (Figura 3).



Figura 3. Tierra del vivero.

Fuente: foto tomadas por las autoras.

## **Sustrato 2. Turba**

La turba se adquirió completamente de ecosistemas húmedos. Este sustrato presenta las siguientes características: color café oscuro, textura fibrosa y estructura esponjosa o acolchonada, y contiene materia orgánica parcialmente descompuesta (Figura 4).



Figura 4. Material orgánico formado de la descomposición parcial de la vegetación (turba).

Fuente: captura de la foto por las autoras.

### **3.3.3 Enfundado**

Para esta actividad se utilizaron fundas perforadas de polietileno de 15 cm de ancho por 25 cm de alto. En total se llenaron 600 fundas: 300 fundas con tierra de vivero y 300 con turba, asegurando que no quedara espacios de aire en la parte inferior. Para lograr una distribución homogénea del sustrato dentro de cada funda, se empleó una estaca de madera que permitió compactarlo adecuadamente. Las fundas prellenadas se organizaron dentro del umbráculo en dos hileras de 33 fundas y una de 34, lo que facilitó el registro y toma de datos de cada especie (Figura 5).



Figura 5. Preparación del sustrato y enfundado.

#### 3.3.4 Adquisición de material de propagación

Después de identificar las plantas madre con mejores características fenotípicas (libres de enfermedades, vigorosas y en estado adulto), se procedió al corte de esquejes utilizando una tijera de podar. Los esquejes seleccionados tenían una longitud de entre 25 a 30 cm y un diámetro aproximado de 1 a 3,5 cm.

El material vegetativo de *Smallanthus microcephalus* fue localizado y recolectado en la comunidad del Carmen de Jadán, donde esta especie es cultivada como alimento para el ganado (Figura 6). Además, esta planta posee una estructura foliar densa que contribuye a la retención de humedad en el suelo y previene la erosión, por lo que su uso está justificado como especie nativa con potencial para la protección de fuentes hídricas.



Figura 6. Planta *Smilax microcephala*.

Fuente: foto capturadas por las autoras.

Los esquejes de *Dendrophorbium tipocochensis* fueron extraídas de las áreas de Bulán, donde la planta es tolerada dentro de los huertos frutales debido a su capacidad para conservar la humedad del suelo. Esta característica, sumada a su condición de planta nativa, la convierte en una candidata adecuada para la restauración ecológica y la protección de microcuencas y fuentes hídricas (Figura 7).



Figura 7. Planta *Dendrophorbium tipocochensis*.

Fuente: Foto capturada por las autoras

Por último, los esquejes de *Salvia hirta* se localizaron en las quebradas de Silvan y Pirilli, dentro de nuestra comunidad. Esta especie crece en áreas riparias, donde cumple una función importante en la estabilización de suelos y filtración natural del agua, cualidades que justifican su elección para el presente estudio enfocado en la protección de fuentes hídricas (figura 8).



Figura 8. Muestra botánica de la planta *Salvia hirta*.

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.5 Traslado de los esquejes

El material vegetativo fue transportado hasta el lugar de estudio en gavetas, envuelto en papel periódico húmedo para prevenir su deshidratación y conservar su viabilidad. Se optó por estudiar las especies mencionadas anteriormente debido a que son nativas y, según el testimonio de la Sra. Elvira Morocho, formaban parte de la vegetación local, establecidas en humedales, también fueron empleadas como alimento para el ganado y refugio para polinizadores. Los lugares de recolección se encuentran entre 1 a 2 horas de distancia, y comparten una altitud similar con el área de estudio, lo que favorece la acomodación de estas especies al sitio de propagación (Figura 9).



Figura 9. La imagen muestra cómo se realizó el traslado de los esquejes.

Fuente: Foto capturada por las autoras.

### 3.3.6 Siembra de los esquejes

Con la ayuda de una estaca de madera, se realizaron los hoyos en el centro de cada funda. Posteriormente, se procedió a la siembra, introduciendo los esquejes a una profundidad de entre 12 a 15 cm. La cantidad de esquejes sembrados, tanto por especie como por sustratos, fueron 100 estacas de *Smallanthus microcephalus*, *Dendrophorbium tipocochensis* y *Salvia hirta*.

### 3.3.7 Cuidado posplantación

#### 3.3.7.1 Riego

Después de la siembra, se aplicó riego uniforme para asegurar la humedad del sustrato, fundamental para el enraizamiento inicial. Luego, el riego se ajustó de acuerdo a las condiciones ambientales registradas.

#### 3.3.7.2 Control de maleza

A los 15 días posterior a la siembra y de manera periódica se procedió a extraer las malezas (malas hierbas) que se presenciaba alrededor de los esquejes, esto se realizó de forma manual para evitar que estas compitan por los nutrientes e interrumpen el desarrollo de los esquejes.

#### 3.3.7.3 Toma de datos

Con la ayuda de un flexómetro se midió la longitud de los esquejes, la cual osciló entre 25 y 30 cm. El diámetro fue determinado mediante un calibre, registrándose valores entre 1 y 3,5 cm. Estos datos fueron recopilados en el momento de la siembra. A los 15

días posteriores a la siembra, se procedió a inspeccionar el desarrollo de los esquejes, tanto en la parte aérea como en la parte radicular. Según el cronograma establecido, se tomaron los datos correspondientes a la parte aérea (diámetro del tallo, número de hojas y brotes) de las 600 estacas, así como los datos de la parte radicular (número y longitud de raíces) de cinco individuos seleccionados al azar por cada especie y sustrato evaluado.

La elección aleatoria de los individuos se realizó con el objetivo de evitar cualquier tipo de sesgo en los resultados y, al mismo tiempo, minimizar la intervención en el desarrollo natural de las plantas. Esta estrategia metodológica permitió obtener datos representativos sin comprometer el crecimiento continuo de los esquejes, garantizando así la validez y confiabilidad de la información recolectada durante todo el proceso experimental.

También se incluyeron plantas testigo sembradas a la intemperie, lo que permitirá comparar el desempeño de las especies bajo condiciones controladas y naturales. Las plantas testigo son individuos que no reciben el tratamiento experimental, y su función principal es servir como punto de referencia para evaluar el efecto real de las condiciones impuestas en el experimento. En este caso, las testigos fueron sembradas en un ambiente sin protección, expuestas directamente a factores ambientales como la radiación solar, la lluvia, la temperatura variable y la acción del viento, lo cual representa un entorno natural sin intervención.

La comparación entre las plantas testigo y las que fueron sembradas en condiciones controladas (por ejemplo, bajo vivero o con manejo específico del sustrato y riego) permitirá identificar con mayor precisión el impacto de dichos factores sobre variables como el diámetro del tallo, el número de hojas, la brotación y el desarrollo radicular. Por ejemplo, si las plantas cultivadas bajo condiciones controladas presentan una mayor cantidad de raíces o un crecimiento más acelerado del tallo en comparación con las testigos, se podrá inferir que la intervención en las condiciones de cultivo favorece significativamente el desarrollo de los esquejes. Esta estrategia experimental, basada en el uso de controles o testigos, es esencial para validar la hipótesis del estudio y mejorar la interpretación de los resultados obtenidos.

#### **4. Resultados**

El siguiente apartado cumple con el objetivo de describir y determinar el sustrato más adecuado para la propagación asexual de especies nativas forestales, con fines de

restauración de la vegetación y conservación de los recursos hídricos. Para ello, se llevó a cabo un experimento en condiciones controladas durante un periodo de 56 días, evaluando el comportamiento de tres especies: *Dendrophorbium tipocochensis*, *Smallanthus microcephalus* y *Salvia hirta*.

Los resultados obtenidos se organizan de manera estructurada a través de figuras comparativas que permiten visualizar el desempeño de cada especie en dos tipos de sustrato (turba y sustrato de vivero), en contraste con un grupo testigo sembrado a la intemperie. Las variables analizadas incluyen: diámetro de tallo, porcentaje de hojas, porcentaje de raíces, longitud de raíces y porcentaje de supervivencia de los esquejes.

Cada figura está acompañada de una breve descripción del gráfico y de un análisis interpretativo que destaca las diferencias observadas entre tratamientos, así como la respuesta específica de cada especie frente a las condiciones de propagación aplicadas. Esta organización facilita una comprensión integral de los resultados y permite identificar el sustrato más eficiente para la propagación asexual de estas especies nativas, aportando evidencia útil para su aplicación en programas de restauración ecológica y manejo sostenible del entorno natural en futuros proyectos.

La siguiente figura representa un gráfico de barras titulado “**Sobrevivencia de los esquejes en turba y en sustrato de vivero**” (Figura 10), muestra la cantidad de esquejes que lograron sobrevivir durante un proceso de propagación en los dos sustratos tanto de turba como de vivero, comparados con esquejes del grupo testigo, en tres especies vegetales: *D. tipocochensis*, *S. microcephalus* y *S. hirta*. Cada especie tiene tres barras: una correspondiente a los esquejes en turba, otro al sustrato de vivero y otra al grupo testigo.

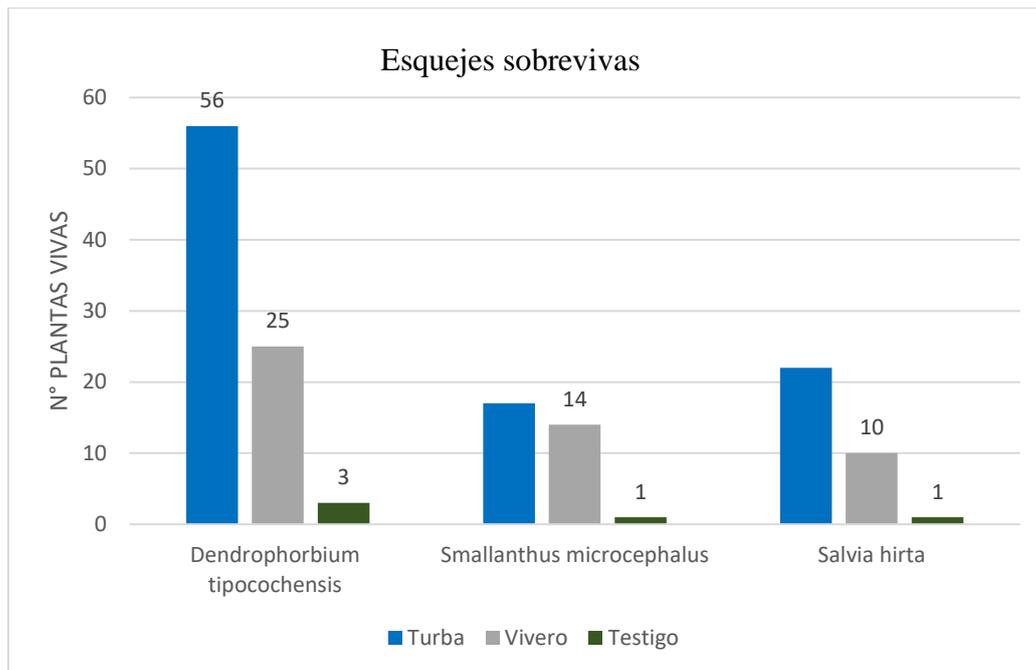


Figura 10. Sobrevivencia de los esquejes en turba y sustrato de vivero.

Fuente: Elaboración propia.

En *Dendrophorbium tipocochensis*, se observa una sobrevivencia muy baja en el testigo (3 esquejes), mientras que en el tratamiento con turba se reportan 56 esquejes vivos y en sustrato de vivero 25 esquejes vivas. Esto sugiere que la turba fue altamente favorable para esta especie. Por el contrario, en *Smallanthus microcephalus*, sobrevivieron 17 esquejes en turba, 14 esquejes sobrevivias en sustrato de vivero y apenas 1 en el testigo, indicando también una mejor respuesta en turba, aunque con menor éxito que en la especie anterior. Finalmente, *Salvia hirta* presentó 22 esquejes sobrevivientes en turba, 10 esquejes sobrevivias en sustrato de vivero y solo 1 en el testigo, manteniéndose la tendencia de mejor desempeño con el uso de turba.

En general, la interpretación de los resultados sugiere que la turba es un sustrato que favorece significativamente la sobrevivencia de esquejes en las tres especies analizadas, especialmente en *Dendrophorbium tipocochensis*. La comparación con los testigos —que muestran tasas de sobrevivencia muy bajas— refuerza la idea de que la turba proporciona condiciones adecuadas para el desarrollo inicial de los esquejes en estos casos.

La siguiente figura representa un gráfico de barras titulado "**Porcentaje de hojas en turba y sustrato de vivero**" (Figura 11), que representa el porcentaje de hojas presentes en sustrato de vivero y de turba para tres especies vegetales: *Dendrophorbium tipocochensis*, *Smallanthus microcephalus* y *Salvia hirta*, en condición de "TESTIGO" (sin tratamiento experimental). Cada especie está representada con un color diferente: azul para turba, ploma para sustrato de vivero verde para testigos.

Cabe destacar que estos porcentajes fueron obtenidos a través del conteo directo de las hojas presentes en cada planta. Posteriormente, se realizó una conversión en promedio y porcentaje considerando el total de hojas. De esta manera, se facilitó la comparación entre especies y se visualizó de forma clara la proporción de hojas presentes en el sustrato de vivero y de turba para cada especie.

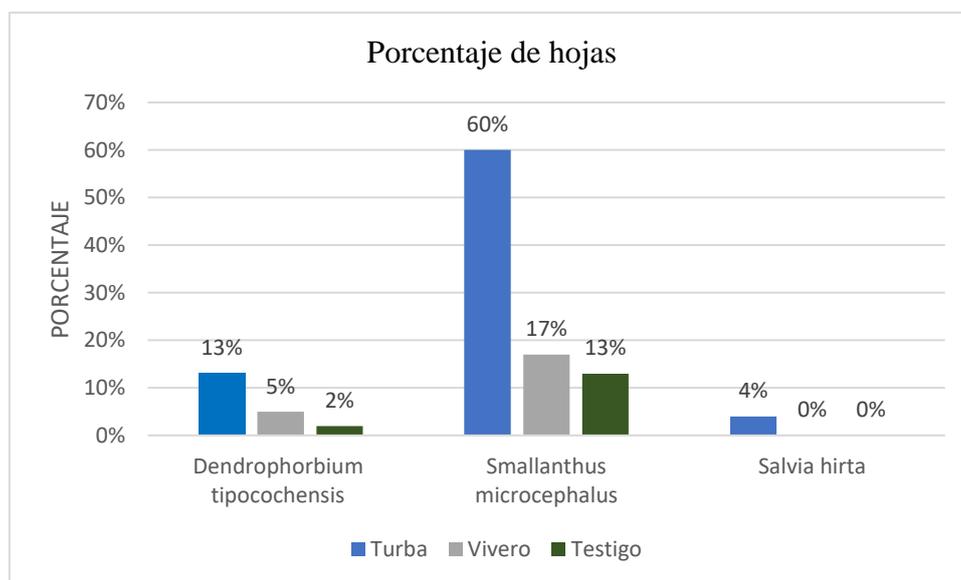


Figura 11. Porcentaje de hojas en turba y sustrato de vivero.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que *S. microcephalus* alcanzó el mayor porcentaje de hojas en turba con un 60%, lo que evidencia una alta acomodación o desempeño favorable en este tipo de sustrato, también presentó 17% en sustrato de vivero y 13% en el testigo. Por su parte, *D. tipocochensis* también muestran porcentajes adicionales 13% en turba, 5% en sustrato de vivero y 2% en el testigo. Mientras que *S. hirta* presentó un valor notablemente más bajo, con 4% en turba, en sustrato de vivero ni en el testigo no aparece representada

con una barra visible en este gráfico, lo que sugiere que su porcentaje fue nulo o tan bajo que no alcanzó el umbral mínimo para destacarse visualmente.

En términos interpretativos, la figura sugiere que *S. microcephalus* es la especie que mejor se acomodó al cultivo en turba, ya que mostró una proporción foliar significativamente mayor que las otras especies. Esto podría hacerla una candidata idónea para sistemas de propagación o cultivo donde la turba sea el sustrato principal. En contraste, *S. hirta* mostró una respuesta limitada, lo que puede indicar una menor afinidad con estos sustratos o requerimientos específicos no cubiertos bajo estas condiciones. Esta información puede ser útil para la selección de especies en proyectos de restauración.

La siguiente figura representa un gráfico de barras titulado "**Porcentaje de raíces en turba y sustrato de vivero**" (Figura 12), correspondiente al periodo del 29 de marzo de 2025 hasta el 10 de mayo de 2025. En el eje vertical se representa el porcentaje de raíces, mientras que en el eje horizontal se presentan tres especies vegetales: *D. tipocochensis*, *S. microcephalus* y *S. hirta*, comparadas con sus respectivos testigos.

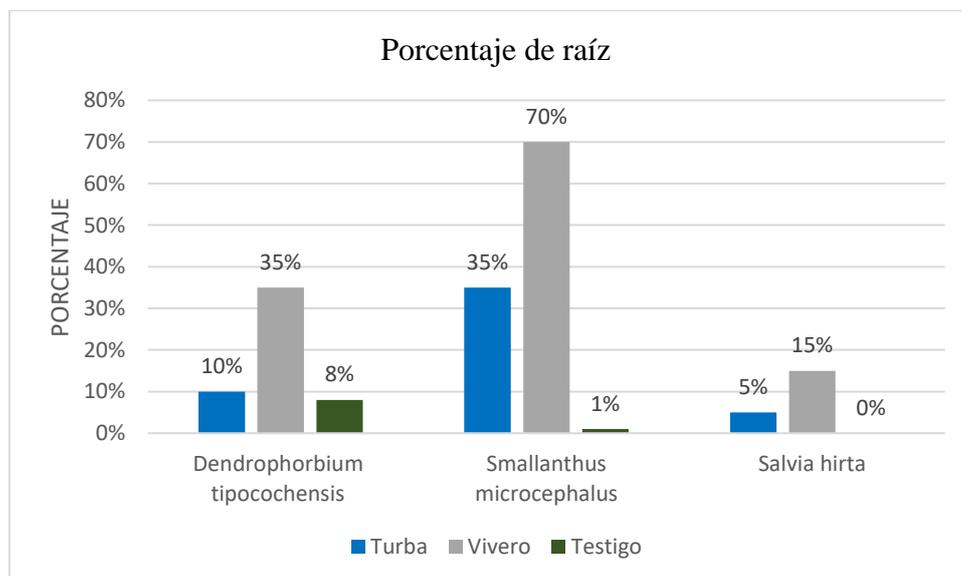


Figura 12. Porcentaje de raíces en turba y sustrato de vivero

Fuente: Elaboración propia.

El análisis revela que *S. microcephalus* presenta el porcentaje más alto de enraizamiento en sustrato de vivero, alcanzando un 70%, lo que sugiere una muy buena capacidad de enraizamiento en este sustrato bajo las condiciones evaluadas, en turba alcanza 35% y el testigo alcanzó 1%. Mientras que *D. tipocochensis* alcanza un 35% en sustrato de vivero,

10% en turba y su testigo llega al 8%. Por otro lado, *S. hirta* muestra un comportamiento el 15% en sustrato de vivero, 5% en turba, mientras que el testigo tiene un valor nulo.

En general, la figura indica que el tipo de especie influye significativamente en el éxito del enraizamiento en sustrato de vivero, es el *S. microcephalus* la más favorable, mientras que *Salvia hirta* presenta dificultades bajo las mismas condiciones. Estos resultados pueden orientar futuras decisiones sobre el uso de sustrato de vivero como medio de propagación en estas especies.

Los resultados muestran un desempeño superior del sustrato de vivero respecto a la turba observada en esta figura. *S. microcephalus* destaca con un 70% de enraizamiento, lo cual duplica el valor obtenido en turba (35%), evidenciando una alta afinidad de esta especie con el sustrato de vivero. Por su parte, *D. tipocochensis* también mejora notablemente, alcanzando un 35%, en comparación con el 10% que mostró en turba. En ambos casos, los testigos presentan bajos porcentajes (8% para *D. tipocochensis* y 1% para *S. microcephalus*), lo que sugiere que el tratamiento experimental fue determinante para estimular el enraizamiento.

En el caso de *Salvia hirta*, si bien los porcentajes siguen siendo bajos sustrato de vivero y turba muestra un 15% de raíces, frente al 5% registrado en turba. El testigo no presentó enraizamiento, lo que mantiene la tendencia negativa.

Estos datos indican que el sustrato de vivero es considerablemente más efectivo que la turba para promover el enraizamiento en *Dendrophorbium tipocochensis* y *Smallanthus microcephalus*, y podría tener cierto efecto positivo sobre *Salvia hirta*, aunque esta última especie muestra una respuesta mucho más limitada en ambos tipos de sustrato.

**Longitud de raíces en turba y sustrato de vivero** correspondiente (*Dendrophorbium tipocochensis*, *Smallanthus microcephalus* y *Salvia hirta*) junto con sus tratamientos testigos (Figura 13).

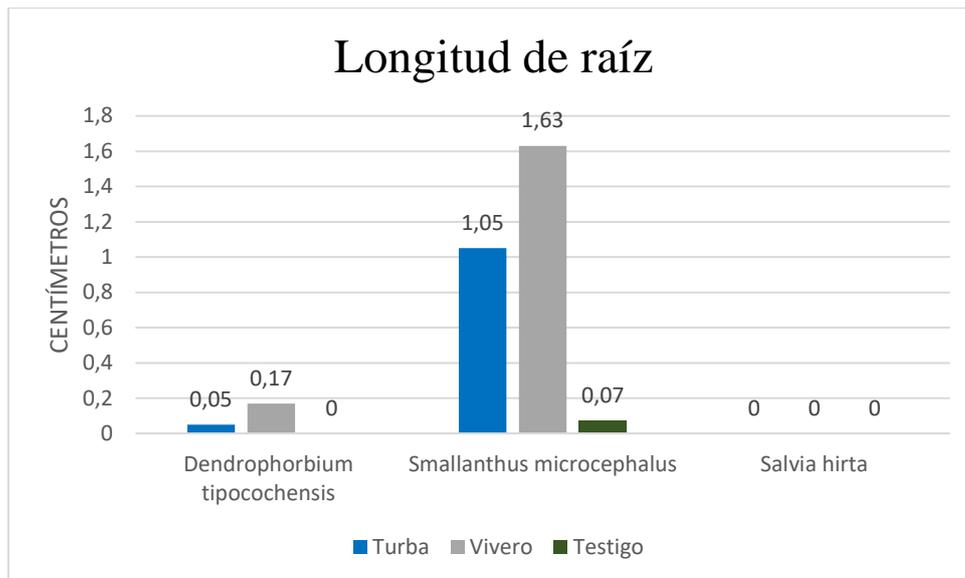


Figura 13. Longitud de raíces en turba y sustrato de vivero.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que únicamente *Smallanthus microcephalus* desarrolló raíces de una longitud considerable bajo tratamiento experimental, alcanzando 1,05 cm en turba, 1.63 cm en sustrato de vivero, lo que representa una respuesta destacada en comparación con las otras especies. En contraste, tanto el testigo de esta especie como los demás tratamientos (incluyendo sus respectivos testigos) no presentaron desarrollo radicular, con valores iguales a 0 cm o los valores son mínimos que no son visibles en estas barras. *Dendrophorbium tipocochensis* muestra una mínima longitud de raíces 0,05 cm en turba, 0,17 cm en sustrato de vivero. Estos valores se obtuvieron mediante la conversión en promedio de la longitud total de raíces y como resultado final se estableció la mediana.

Este dato confirma que el sustrato de vivero proporciona condiciones más favorables para el crecimiento radicular de esta especie. En contraste, su testigo permanece en 0 cm, lo cual refuerza la influencia positiva del tratamiento experimental.

*S. hirta*, por su parte, no muestra crecimiento en el tratamiento experimental o los valores son mínimos que no se observa en las barras. Para esta especie el crecimiento sigue siendo muy limitado.

La figura reafirma que el sustrato de vivero promueve un mayor desarrollo radicular en las especies evaluadas, siendo *Smilax microcephalus* la que muestra una respuesta significativamente mejor en comparación con las demás. Estos resultados pueden orientar la elección de sustratos en programas de propagación o conservación de estas especies nativas.

Durante el periodo de investigación de 56 días, correspondiente al proceso de propagación asexual de los esquejes, no se evidenció el desarrollo en cuanto a la longitud ni al diámetro en ninguna de las tres especies.

## 5. Conclusión

Los resultados del estudio permitieron cumplir satisfactoriamente el objetivo general, al evaluar el comportamiento de esquejes de tres especies nativas (*S. microcephalus*, *D. tipocochensis* y *S. hirta*) bajo dos tipos de sustratos (turba y vivero). Se evidenció que el tipo de sustrato influye significativamente en el crecimiento, adaptación y supervivencia de los esquejes, demostrando el potencial de la propagación asexual como estrategia para conservación y restauración ecológica.

Acerca del desempeño por especie, se obtuvo que, entre las especies estudiadas, *S. microcephalus* presentó la mejor acomodación en ambos sustratos. *S. hirta* mostró importantes limitaciones, especialmente en crecimiento foliar y radicular, mientras que *D. tipocochensis* tuvo un desempeño intermedio, destacando en supervivencia con turba. Estos resultados permiten orientar la selección de especies y sustratos adecuados para programas de restauración ecológica y conservación hídrica.

De acuerdo con el primer objetivo sobre la caracterización del desarrollo de los esquejes, se obtuvo que este objetivo se cumplió mediante la evaluación del crecimiento caulinar y foliar. *S. microcephalus* tuvo un mejor desarrollo del tallo, especialmente en turba (1.5 cm), y alcanzó un 60% de desarrollo foliar, frente al 4% de *Salvia hirta*. Esto evidencia diferencias importantes entre especies y resalta que la turba ofrece mejores condiciones generales de desarrollo, aunque su efectividad varía según la especie.

Con respecto al segundo objetivo sobre la supervivencia de los esquejes, se concluye que la supervivencia fue mayor en turba para todas las especies, cumpliéndose el segundo objetivo. *Dendrophorbium tipocochensis* presentó la mayor cantidad de esquejes vivos

(56), seguido por *Salvia hirta* (22) y *Smallanthus microcephalus* (17). Aunque en el sustrato de vivero los valores fueron más bajos, también se registraron mejoras respecto a los testigos, lo que confirma la influencia del sustrato en el establecimiento inicial.

Como tercer y último objetivo específico acerca de la evaluación del crecimiento caulinar y radical, el mismo, se abordó mediante el análisis del diámetro del tallo y el porcentaje de raíces. En turba, *Smallanthus microcephalus* mostró un 35% de enraizamiento, mientras que *Salvia hirta* tuvo una respuesta mínima (5% en turba y 15% en vivero). Estas diferencias reflejan que el éxito de la propagación vegetativa depende del ajuste entre las condiciones del sustrato y las necesidades fisiológicas de cada especie.

En conclusión, los resultados confirman que la propagación asexual de especies nativas puede optimizarse mediante el uso adecuado de sustratos, siendo la turba más favorable en la mayoría de los casos. *S. microcephalus* se posiciona como la especie con mejor desempeño, seguida de *D. tipocochensis*. Mientras que *S. hirta*, debido a sus limitaciones, requiere condiciones más específicas para su propagación. El estudio aporta información clave para estrategias de restauración ecológica y conservación de la biodiversidad y recursos hídricos en el Cantón Nabón.

## 6. Lista de referencias

- FAO. (2018). *Evaluación de suelos andinos del Ecuador*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Gastezzi Arias, P., Alvarado Garcia, V., & Pérez Gómez, G. (2017). La importancia de los ríos como corredores interurbanos. *Red Gestión en Conservación de la Vida Silvestre y Salud*, 31(1–2).
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). *Plant propagation: Principles and practices* (8.<sup>a</sup> ed.). Prentice Hall.
- Iglesias, A. (1996). *Técnicas de propagación vegetal*. Ediciones Mundi-Prensa.
- INAMHI. (2020). *Anuario meteorológico del Ecuador 2020*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.
- Jaramillo, D., & Buitrón, X. (2019). Propagación de especies nativas andinas para la restauración ecológica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 112–120.
- López Peralvo, G. W. (2018). *Propagación vegetativa del cultivo de jícama (Smallanthus sonchifolius) mediante dos tipos de estaca (parte baja y parte media de la planta), con tres tipos de sustratos (tierra negra, humus, turba) Caren, 2017* [Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales].
- MAATE. (2021). *Zonificación ecológica de la región sur del Ecuador*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- Mero Pincay, O. A., & Manobanda Parrales, M. M. (2023). *Efecto de varios sustratos naturales en fases tempranas del desarrollo de Phytelphas aequatorialis Spruce en vivero* [Tesis de Ingeniería Forestal, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de Agricultura].
- Pérez, L., & Salinas, C. (2021). Importancia de la propagación vegetativa en la recuperación de especies nativas. *Revista Forestal Andina*, 18(1), 45–53.
- Rodríguez, G., Narváez, L., & Tapia, J. (2020). Diagnóstico del cambio de uso de suelo en áreas rurales del Azuay. *Revista Geográfica del Ecuador*, 63(1), 25–40.
- Roldán Pérez, G., & Ramírez Restrepo, J. J. (2022). *Fundamentos de limnología neotropical*. Bogotá.
- Romero, D. L. (2025). *Evaluación a la efectividad de sustratos en el desarrollo vegetativo de cinco especies arbóreas nativas de la inspección de San Francisco* [Tesis de Ingeniería Agroforestal, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente].

- Tapia-Armijos, M., Homeier, J., Espinosa, C., Leuschner, C., & de la Cruz, M. (2015). Deforestación y fragmentación de los bosques andinos del sur de Ecuador: Una amenaza a la biodiversidad. *Ecosistemas*, 24(1), 1–11.
- Valarezo, C., Chimbolema, P., & Rosero, J. (2017). Plantas nativas para restauración ecológica en ecosistemas altoandinos. *Revista Botánica Aplicada*, 6(2), 88–96.
- Vásquez, M., González, P., & Cueva, M. (2016). Evaluación de la germinación y propagación de especies nativas andinas en vivero. *Revista Botánica del Ecuador*, 14(3), 88–97.

## 8. Anexos fotográficos



Anexos 1. Construcción del umbráculo



Anexos 2. Estructura del umbráculo



Anexos 3. Colocación de fundas



Anexos 4. Realización de hoyos



Anexos 5. Siembra



Anexos 6. Lote de esquejes.



Anexos 7. Toma de datos



Anexos 8. Riego



Anexos 9. Revisión de la parte radicular



Anexos 10. Desarrollo radicular