

Manejo de Viveros para la Propagación de Especies de Alta Montaña y Bosque Altoandino  
en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga -amb S.A. E.S.P

Johan Sebastian Roa Becerra

Práctica empresarial para optar el título Ingeniero Forestal

Directora

Doris Duarte Hernández

MSc. Manejo, Uso y Conservación del Bosque

Codirector

Javier Alberto Leal Suárez

Esp. Manejo de Recursos y Planificación Ambiental

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED)

Programa de Ingeniería forestal

Bucaramanga

2024

### **Dedicatoria**

A mis padres Nelson Roa y Claudia Becerra por cada ayuda brindada, por su apoyo incondicional, quienes me enseñaron el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi hermano Nelson y mi hermana Katerin por estar a mi lado en todo momento y ser mi fuente constante de motivación.

A la vida, por brindarme experiencias y momentos que me enseñaron a perseverar y seguir adelante sin desistir. Por cada nuevo aprendizaje que este camino me ha traído y por darme la fuerza para cumplir con mi objetivo de culminar mi carrera profesional.

### **Agradecimientos**

A Dios principalmente, por haber sido mi constante compañía a lo largo de mi carrera profesional.

A la Universidad Industrial de Santander, por la sólida formación académica recibida en los últimos años y a cada uno de los profesionales que hacen parte de ella. Agradezco profundamente cada uno de los aprendizajes, enseñanzas y el acompañamiento brindado en este proceso.

A mi directora de grado, la Profesora Doris Duarte por confiar en mis habilidades y acompañarme en la última etapa de mi carrera profesional.

A mi familia por su incondicional apoyo, especialmente al Ingeniero Leider Becerra, quien me dio a conocer esta maravillosa carrera y me apoyó y guió durante todo el proceso.

A todo el equipo de trabajo del área de proceso de conservación y gestión ambiental del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga, por compartir sus conocimientos y brindarme mi primera experiencia en el campo laboral. Su apoyo me permitió poner a prueba mis habilidades y culminar con este proyecto.

A todos mis amigos y compañeros, por el apoyo mutuo que nos ayudó a alcanzar cada objetivo y por los momentos compartidos a lo largo de este trayecto.

**Tabla de contenido**

Introducción.....	13
1. Objetivos.....	16
1.1 Objetivo General.....	16
1.2 Objetivos Específicos.....	16
2. Marco Teórico.....	17
2.1 Ecosistemas de alta montaña y bosque altoandino .....	17
2.2 Vivero y su importancia en la restauración.....	17
2.3 Criterios técnicos para el manejo de vivero con especies de alta montaña .....	18
2.3.1 Zonificación del vivero.....	19
2.3.2 Selección de especies de alta montaña.....	20
2.3.3 Características y requerimientos de especies de alta montaña.....	21
2.4 Instalaciones, herramientas y equipo .....	21
2.4.1 Propagación.....	21
2.4.2 Almacenamiento de sustrato.....	22
2.4.3 Área de mezcla y preparación del sustrato.....	22
2.4.4 Zona de trasplante bajo sombra.....	23
2.4.5 Bodega de herramientas e insumos.....	23
2.4.6 Acciones previas al inicio de la producción.....	23
2.5 Actividades silviculturales .....	24
2.5.1 Producción de material vegetal.....	24
2.5.2 Riego.....	25
2.5.3 Fertilización.....	25
2.5.4 Control de enfermedades y patógenos.....	25
3. Metodología.....	26
3.1 Área de estudio .....	26
3.2 Métodos.....	28
3.2.1 Diagnóstico .....	28
3.2.2 Acercamiento inicial con el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA.....	29
3.2.3 Acondicionamiento de áreas de trabajo.....	29
3.2.4 Recolección de germoplasma de especies de alta montaña.....	29
3.2.5 Actividades de manejo y seguimiento.....	30

3.2.6 Análisis de la información.....	30
3.2.8 Actividades de seguimiento y manejo constante del vivero El Gualilo para mantener el registro ICA.....	31
4. Resultados.....	31
4.1 Manejo y seguimiento permanente para la propagación de material vegetal .....	32
4.1.1 Vivero Plan de Mesa.....	32
4.1.2 Actividades de propagación de especies nativas.....	33
4.1.3 Apoyo en actividades que se venían implementando en el vivero.....	39
4.1.4 Optimización del proceso de siembra basado en resultados experimentales.....	46
4.2 Actividades silviculturales .....	47
4.3 Anotación y registro diario .....	47
4.4 Actividades técnicas para adecuaciones del vivero Plan de Mesa.....	47
4.4.1 Adecuaciones – Cerco perimetral.....	48
4.5 Actividades administrativas para el registro del vivero Plan de Mesa .....	48
4.5.1 Proceso de comunicación y coordinación con el ICA para el Registro del Vivero.....	49
4.5.2 Entrega de documentación.....	51
4.6 Manejo del vivero El Gualilo para el mantenimiento del Registro ante el ICA y otras actividades de viveros .....	52
4.6.1 Actividades silviculturales.....	52
4.6.2 Adecuaciones del Vivero.....	52
4.6.3 Diseño de viveros transitorios.....	53
4.7 Actividades adicionales .....	53
5. Conclusiones.....	54
6. Recomendaciones.....	55
Referencias Bibliográficas.....	57
Apéndices.....	62

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Dimensiones eras de producción vivero Plan de Mesa.....	32
<b>Tabla 2.</b> Especies colectadas.....	33
<b>Tabla 3.</b> Georreferenciación de especies.....	35
<b>Tabla 4.</b> Especies nativas .....	37
<b>Tabla 5.</b> Módulos experimentales .....	39
<b>Tabla 6.</b> Parcela de monitoreo número uno para el crecimiento y adaptación de plántulas de frailejón.....	43
<b>Tabla 8.</b> Parcela de monitoreo número tres para el crecimiento y adaptación de plántulas de frailejón.....	45
<b>Tabla 9.</b> Siembra de frailejones basada en resultados experimentales .....	46
<b>Tabla 10.</b> Especies para ampliación de registro.....	49
<b>Tabla 11.</b> Documentación para la actualización del registro del vivero El Gualilo.....	51

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Mapa de ubicación del vivero Plan de Mesa.....	27
<b>Figura 2</b> Porcentaje de germinación especies nativas.....	38
<b>Figura 3</b> Número de semillas germinadas en la primera siembra.....	40
<b>Figura 4</b> Número de semillas germinadas en la segunda siembra .....	41
<b>Figura 5</b> Propuesta de adecuaciones para el área de rustificación: Visualización del Proyecto .....	48

### Lista de Apéndices

	<b>pág.</b>
<b>Apéndice A</b> Recolección de semillas .....	62
<b>Apéndice B</b> Área de secado de semillas.....	62
<b>Apéndice C</b> Limpieza de semillas.....	63
<b>Apéndice D</b> Desinfección del sustrato .....	63
<b>Apéndice E</b> Tratamiento pregerminativo .....	63
<b>Apéndice F</b> Siembra especies nativas .....	64
<b>Apéndice G</b> Trasplante especies nativas .....	64
<b>Apéndice H</b> Siembra por propagación asexual .....	64
<b>Apéndice I</b> Formato actividades silviculturales vivero Plan de Mesa .....	65
<b>Apéndice J</b> Formato de recolección de semillas .....	65
<b>Apéndice K</b> Formato control de germinación.....	66
<b>Apéndice L</b> Adecuaciones cerco perimetral .....	66
<b>Apéndice M</b> Radicado de la documentación enviada .....	67
<b>Apéndice N</b> Formato actividades silviculturales vivero El Gualilo.....	68
<b>Apéndice O</b> Presupuesto adecuación vivero el Gualilo .....	69
<b>Apéndice P</b> Diseño vivero Charta.....	70
<b>Apéndice Q</b> Diseño vivero Tona.....	70
<b>Apéndice R</b> Diseño vivero surata.....	71
<b>Apéndice S</b> Planos de ubicación .....	71
<b>Apéndice T</b> Digitalización parcelas de seguimiento área afectada.....	72
<b>Apéndice U</b> Apoyo en jornadas de plantación de árboles.....	73
<b>Apéndice V</b> Actividades educación ambiental.....	73

## Glosario

**Desinfección:** proceso que consiste en eliminar microorganismos infecciosos mediante el uso de agentes químicos o físicos (Resolución ICA No 0780006 de 2020).

**Dormancia:** periodo en el que se reduce la actividad metabólica de un organismo vivo, durante el cual se suspende temporalmente su crecimiento y desarrollo, con el fin de conservar energía (Pérez & Velasco, 2021).

**Esquejes:** partes de una planta (tallos, hojas o raíces) que se separan de la misma para enraizar y propagar vegetativamente (Pérez & Velasco, 2021).

**Fitosanitaria:** relativo a la prevención y tratamiento de las enfermedades de las plantas o aspectos relacionados con su salud (Pérez & Velasco, 2021).

**Germoplasma:** conjunto de genes que, mediante células reproductoras o gametos, se transmiten a los descendientes a través de la reproducción (Pérez & Velasco, 2021).

**Plaga:** cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal, o agente patógeno, que sea dañino para las plantas o productos vegetales (Resolución ICA No 0780006 de 2020).

**Propagación asexual:** es aquella que se caracteriza por la ausencia de fusión de células y se efectúa utilizando partes de la planta diferentes a la semilla sexual (Resolución ICA No 0780006 de 2020).

**Propagación sexual:** es aquella que se realiza por medio de una semilla sexual, que surge de la fusión de gametos masculinos y femeninos para producir un cigoto, que al desarrollarse forma un embrión y posteriormente una nueva planta (Resolución ICA No 0780006 de 2020).

**Registro ICA:** acto administrativo por el cual el ICA reconoce el cumplimiento de los requisitos, condiciones y procedimientos exigidos para realizar la actividad como productor

y/o comercializador de material vegetal de propagación a través de vivero (Resolución ICA No 0780006 de 2020).

**Restauración activa:** restauración que necesita de la acción humana, con el objetivo de acelerar su recuperación. (Pérez & Velasco, 2021).

**Sustrato:** material sólido, de origen natural, sintético o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, permite el desarrollo y anclaje del sistema radicular de la plántula (Resolución ICA No 0780006 de 2020).

**Vivero:** es un conjunto de instalaciones que cumple con los criterios técnicos para producir, multiplicar y/o comercializar material vegetal de propagación (Resolución ICA No 0780006 de 2020).

## Resumen

**Título:** Manejo de Viveros para la Propagación de Especies de Alta Montaña y Bosque Altoandino en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga -amb S.A. E.S.P\*

**Autor:** Johan Sebastian Roa Becerra\*\*

**Palabras Clave:** Propagación, especies nativas, bosque altoandino, actualización de registro, vivero forestal.

### Descripción:

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga amb S.A E.S. P, para dar seguimiento al proceso de registro y manejo de sus viveros forestales, estableció un convenio con la Universidad Industrial de Santander- Sede Málaga para llevar a cabo la práctica empresarial. Esta se centró en la propagación y manejo de especies nativas de alta montaña y bosque altoandino en el vivero satélite Plan de Mesa, con el objetivo de contribuir a la conservación y restauración de ecosistemas estratégicos. Se realizaron actividades de manejo, seguimiento y propagación de material vegetal bajo condiciones controladas en un vivero tipo invernadero.

Durante el proyecto se implementaron técnicas de propagación sexual y asexual, priorizando las especies con mayor dominancia en los ecosistemas locales. El proceso incluyó la identificación y selección de árboles semilleros, recolección de frutos, secado y extracción de semillas, así como la siembra y trasplante de plántulas. También se experimentaron métodos de propagación asexual mediante esquejes. Se participó en proyectos en curso en el vivero, como el seguimiento de plántulas sembradas en iniciativas anteriores y ensayos experimentales con frailejones, evaluando diferentes módulos de sustrato y tratamientos pregerminativos para optimizar su germinación. Además, se colaboró en la adecuación de infraestructuras del vivero y en las gestiones administrativas para el registro del vivero Plan de Mesa ante el Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Asimismo, se realizaron actividades para el sostenimiento del registro existente del vivero El Gualilo ante el ICA y su actualización, lo que concluyó con la ampliación del número de especies a propagar y el registro de una segunda sede de propagación en el vivero Plan de Mesa.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Instituto de proyección regional y educación a distancia IPRED. Programa Ingeniería forestal. Directora: Doris Duarte Hernández. MSc. Manejo Uso y Conservación del Bosque. Codirector: Javier Alberto Leal Suárez. Esp. Manejo de Recursos y Planificación Ambiental

### Abstract

**Title:** Nursery Management for the Propagation of High Mountain and High Andean Forest Species in the Acueducto Metropolitano de Bucaramanga -amb S.A. E.S.P \*

**Author(s):** Johan Sebastian Roa Becerra\*\*

**Key Words:** Propagation, native species, high Andean Forest, register update, forest nursery.

#### **Description:**

The Acueducto Metropolitano de Bucaramanga amb S.A E.S. P, to follow up the registration and management process of its forest nurseries, established an agreement with the Universidad Industrial de Santander - Sede Málaga to carry out the business practice. This focused on the propagation and management of high mountain and high Andean Forest native species in the Plan de Mesa satellite nursery, with the objective of contributing to the conservation and restoration of strategic ecosystems. Management, monitoring and propagation of plant material were carried out under controlled conditions in a greenhouse-type nursery.

During the project, sexual and asexual propagation techniques were implemented, prioritizing the most dominant species in local ecosystems. The process included the identification and selection of seed trees, fruit collection, drying and extraction of seeds, as well as planting and transplanting of seedlings. Asexual propagation methods using cuttings were also experimented with. We participated in ongoing projects in the nursery, such as the follow-up of seedlings planted in previous initiatives and experimental trials with frailejones, evaluating different substrate modules and pre-germination treatments to optimize germination. In addition, we collaborated in adapting the nursery's infrastructure and in the administrative procedures for registering the Plan de Mesa nursery with the Colombian Agricultural Institute (Instituto Colombiano Agropecuario ICA). Activities were also carried out to maintain and update the existing registration of the El Gualilo nursery with the ICA, which led to an increase in the number of species to be propagated and the registration of a second propagation site at the Plan de Mesa nursery.

---

\* Degree Work

\*\*Institute of regional projection and distance education IPRED. Forest Engineering Program. Director: Doris Duarte Hernandez. MSc. Management, Use and Conservation of the Forest. Co- director: Javier Alberto Leal Suárez. Specialist in Resource Management and Environmental Planning.

### **Introducción**

La trayectoria de uso de los bosques de alta montaña ha generado diversas problemáticas, como la fragmentación y pérdida de hábitat, lo que ha provocado la pérdida de la vegetación nativa y la colonización por especies invasoras, esta situación requiere de un análisis profundo para desarrollar estrategias de manejo adecuadas (Velasco y Vargas, 2008). Una de las estrategias más efectivas para la gestión de estos ecosistemas es la restauración y conservación de áreas estratégicas, las cuales pueden revertir los daños ocasionados y reducir la pérdida de los beneficios ecosistémicos (Mora y Vargas, 2008). La recuperación de las zonas degradadas no se logra únicamente a través de la conservación y protección, sino que requiere la implementación de acciones de restauración activa que permitan restablecer sus condiciones originales y asegurar la recuperación de los servicios ambientales, lo que resalta la importancia de la propagación de especies nativas en viveros, los cuales pueden ser permanentes o transitorios según las necesidades del proyecto de restauración (Pérez y Velasco, 2021).

El Acueducto Metropolitano de Bucaramanga amb S.A E.S. P, es responsable de la gestión de más de 12,200 hectáreas distribuidas en diversos ecosistemas estratégicos, como páramo, bosque altoandino, bosque húmedo y bosque seco tropical, los cuales forman parte de las cuencas que abastecen el área metropolitana de Bucaramanga (Leal, 2024). Actualmente, el amb cuenta con el vivero El Gualilo, registrado ante el ICA como productor y comercializador de material vegetal de propagación con número de registro 00019255 de 2023. Sin embargo, este registro abarca un número limitado de todas las zonas de vida en las que se hace presencia, por lo que se han establecido viveros satélites que propagan material vegetal en otros ecosistemas gestionados por la entidad.

Según Leal (2024), de las 12,200 hectáreas mencionadas, aproximadamente 5,000 se encuentran en los ecosistemas de alta montaña y páramo, en los municipios de Suratá, Charta, California y Tona. Aunque muchas de estas áreas han sido objeto de procesos de restauración ecológica y han recuperado sus condiciones originales, aún existen zonas que no han sido restauradas completamente, por lo que resalta la necesidad de implementar estrategias de restauración activa.

En este contexto, el amb cuenta con un vivero tipo invernadero, con condiciones controladas, ubicado en el predio Plan de Mesa, municipio de Tona, destinado a la producción y manejo de especies de frailejón. Estas especies fueron recuperadas de proyectos previos del amb que buscaban rescatar plántulas de regeneración natural que estuvieran afectadas por la competencia, brindándoles los cuidados necesarios para ser utilizadas en proyectos de enriquecimiento de las áreas de páramo. Además, se han realizado pruebas de propagación sexual de *Espeletia standleyana* y *Espeletia santanderensis*.

Esta práctica empresarial, gestionada desde el Área de Conservación y Gestión Ambiental, adscrita a la Gerencia general del amb S.A E.S. P, en convenio con la Universidad Industrial de Santander, tiene como objeto optimizar el manejo del vivero de Plan de Mesa, fortaleciendo la propagación de especies nativas como: espino de oro (*Berberis goudotii*), cubito de páramo (*Ternstroemia meridionalis*), reventadora o uva del diablo (*Pernettya prostrata*), miconia (*Miconia summa*), romero de páramo (*Diplosteghium eriophorum*), agraz (*Vaccinium floribundum*), mortiño (*Hesperomeles goudotiana*), gaque (*Clusia multiflora*), roble de páramo (*Quercus humboldtii*), colorado (*Polylepis quadrijuga*), cucharo espadero (*Myrsine coriaceae*), acacia negra (*Acacia decurrens*), aliso (*Alnus acuminata*), pegamosca (*Bejaria resinosa*), uva de anís (*Gaultheria sclerophylla*), angelito (*Bucquetia glutinosa*), aumentando la capacidad de restauración de los ecosistemas de alta montaña. Se pretende responder preguntas clave sobre

las condiciones necesarias para la propagación de estas especies y los mejores porcentajes de germinación, asegurando que los viveros se conviertan en una herramienta eficiente para la conservación y rehabilitación ecológica (Bogotá, 2020). Así mismo, se busca avanzar en el proceso de registro del vivero Plan de Mesa ante ICA, con el fin de formalizar su operación y contribuir a la propagación y distribución de especies nativas de alta montaña, esenciales para la restauración y enriquecimiento de ecosistemas estratégicos. El registro del vivero, además de asegurar el cumplimiento de las normativas también mejorará su capacidad para respaldar proyectos de restauración ecológica en áreas prioritarias. Cabe aclarar que, el amb se consolida como un aliado estratégico en la región para muchas entidades, empresas publicas y privadas, suministrando material vegetal para sus proyectos sin recibir compensación económica por estas actividades.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo General**

- Apoyar el manejo de viveros para la propagación de especies de alta montaña y bosque altoandino en el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga- amb S.A E.S. P.

### **1.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar actividades de manejo y seguimiento permanente, que conlleven a la propagación de material vegetal de alta montaña y bosque alto – andino en óptimas condiciones para dar cumplimiento al programa de responsabilidad ambiental empresarial.
- Aplicar los protocolos establecidos por la empresa y el ICA en la producción de material vegetal de alta montaña y bosque altoandino para actualizar la resolución de registro.
- Realizar actividades técnicas y administrativas de seguimiento para iniciar el proceso de registro del vivero Plan de Mesa ante el Instituto Colombiano Agropecuario, de acuerdo con la normativa vigente.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Ecosistemas de alta montaña y bosque altoandino**

Los bosques altoandinos son ecosistemas clave que albergan una gran diversidad de plantas nativas y endémicas (Basto, et al., 2018). Estos bosques desempeñan un papel crucial en la regulación de la interceptación de agua, el almacenamiento de carbono y el incremento de la fertilidad del suelo. En Colombia, este tipo de ecosistema cubre el 24,9 % del territorio nacional; no obstante, enfrenta una fuerte presión debido a factores naturales antrópicos, como el uso y cambio de suelo (Bacca, et al., 2020).

Según Lopera et al. (2012), los ecosistemas de alta montaña y bosque altoandino se extienden entre los 2800 y 3300 m s.n.m., con temperaturas promedio entre 11 y 12 °C, y se caracterizan por estar cubiertos de una densa capa de niebla formada por pequeñas partículas de agua en suspensión debido a una alta humedad atmosférica. Estos ecosistemas, considerados centros de diversidad y prioritarios para la conservación debido a su alto nivel de endemismo, es decir, a las especies nativas que se desarrollan y adaptan en condiciones ambientales especiales, tienen una vegetación dominante compuesta por epifitas, seguidas de arbustos y árboles que rara vez superan los 25 metros de altura (Pérez y Velasco, 2021).

### **2.2 Vivero y su importancia en la restauración**

Un vivero es un conjunto de instalaciones cuyo propósito fundamental es la producción de plantas para satisfacer las demandas de los programas de reforestación (Rojas, 2003). En otras palabras, el vivero constituye la unidad de producción y acondicionamiento que asegura el crecimiento y la calidad de las plantas de diversas especies, destinadas a programas de plantación variados (Aguilera, et al., 2023). Además, representa un espacio de producción e investigación donde se llevan a cabo experimentos con diferentes tratamientos germinativos y

técnicas de cuidado (Rojas, 2003), con el fin de producir ejemplares que alcancen óptimas condiciones para su posterior disposición en campo.

Según el tiempo de utilidad y los objetivos del proyecto, los viveros pueden ser permanentes o transitorios. Los permanentes se establecen por tiempo indefinido, con mayores costos de mantenimiento y manejo, mientras que los transitorios se ubican en áreas de difícil acceso, cercanas a las zonas de siembra, presentando estructuras más simples (Martínez, et al., 2012).

Los viveros desempeñan un papel crucial en los procesos de restauración y manejo sostenible de ecosistemas, mediante la siembra de plantas nativas. Esta práctica no solo contribuye a restablecer la funcionalidad y los servicios ecosistémicos, como la regulación y el almacenamiento hídrico, sino que también ayuda a preservar la biodiversidad única de la región (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2021).

Los viveros no solo se han utilizado para la restauración ambiental, sino que también tradicionalmente han sido fundamentales en la producción de especies forestales, ya sea para proteger cuencas o para la producción comercial de madera (Martínez, et al., 2012).

### **2.3 Criterios técnicos para el manejo de vivero con especies de alta montaña**

De acuerdo con el Instituto Alexander Von Humboldt (Pérez y Velasco, 2021), es esencial considerar varios elementos claves al organizar la planificación de los viveros. Estos elementos van desde la ubicación óptima del vivero hasta la meticulosa elección de las especies vegetales y un entendimiento detallado de las particularidades y requisitos de estas plantas.

En el caso específico de los viveros ubicados en zonas de alta montaña, es crucial realizar una planificación detallada que considere estos aspectos técnicos. Esto garantizará la eficiencia y el logro de resultados exitosos en la producción vegetal. Además, es fundamental integrar de forma sostenible las acciones de las comunidades locales, asegurando que estas sean

coherentes con la conservación y el uso responsable de los recursos naturales de la región (Vargas, 2007).

### ***2.3.1 Zonificación del vivero***

La zonificación en el diseño y construcción de viveros para especies de alta montaña es esencial para asegurar condiciones climáticas óptimas que favorezcan la supervivencia y adaptación de las plántulas. Dado el lento crecimiento de las plantas de alta montaña debido a las bajas temperaturas, es crucial que el ambiente del vivero se asemeje al ambiente natural de estas especies (Pérez y Velasco, 2021).

Antes de iniciar la construcción del vivero, es necesario considerar ciertos aspectos climáticos y ambientales del terreno. Se requiere una baja frecuencia y velocidad de vientos que permita una adecuada entrada de luz para beneficiar el crecimiento de las plántulas. Además, el suelo debe contar con un buen drenaje para evitar encharcamientos y posibles enfermedades (Bonilla et al., 2014).

Se recomienda que el terreno tenga una pendiente no mayor al 4%, lo que ayuda a prevenir problemas de erosión y facilita las labores de producción. Asimismo, se debe garantizar una accesibilidad topografía que permita el transporte de insumos, plántulas y materiales (Vargas, 2007).

Es esencial contar con una fuente hídrica cercana o implementar un sistema de captación y almacenamiento de agua para riego. Esta medida garantiza un suministro adecuado de agua, crucial para el desarrollo saludable de las plántulas y el mantenimiento de las condiciones óptimas en el vivero (Pérez y Velasco, 2021).

### ***2.3.2 Selección de especies de alta montaña***

Según Vargas y Pérez (2014), la selección de especies vegetales para la restauración en zonas de alta montaña debe basarse en criterios ecológicos, sociales y técnicos que contribuyan al proceso de recuperación del ecosistema. Es fundamental considerar diversos aspectos para asegurar la eficacia y sostenibilidad de este proceso.

En primer lugar, es crucial realizar un análisis detallado de la vegetación presente en la zona objetivo de restauración, priorizando la selección de especies nativas que ofrezcan diversidad funcional al ecosistema en recuperación y faciliten el avance hacia etapas sucesionales más desarrolladas. Además, se debe considerar la dominancia de ciertas especies en la estructura vertical y horizontal del ecosistema, ya que aquellas adaptadas a condiciones difíciles, suelen desarrollar características que favorecen la regeneración de áreas afectadas. Esta información es clave para seleccionar especies complementarias que promuevan tanto la biodiversidad y la resiliencia del ecosistema restaurado (Cogollo, et al., 2020).

Otro aspecto importante es considerar las interacciones bióticas de las plantas seleccionadas, incluyendo sus estrategias de polinización y dispersión. La inclusión de especies que participan en diferentes tipos de interacciones biológicas contribuye a la restauración de relaciones ecológicas clave en el ecosistema (Martínez, et al., 2012).

Además de los criterios ecológicos, es fundamental considerar la selección de especies en función de sus atributos o rasgos de historia de vida, los cuales resultan valiosos para los sitios de restauración. Es crucial integrar el conocimiento científico con el saber de las comunidades locales y expertos. La consulta con estas comunidades permite identificar especies de importancia cultural y económica, así como sus usos y prácticas tradicionales (Vargas, 2007).

### ***2.3.3 Características y requerimientos de especies de alta montaña***

La adecuada identificación de las especies de alta montaña con las que se va a trabajar es fundamental para el éxito de los proyectos de restauración. Para ello, es necesario reconocer las características distintivas de cada especie, así como conocer su nombre científico y común (Pérez y Velasco, 2021). Asimismo, es crucial comprender las interacciones bióticas de cada especie para entender su función dentro del ecosistema. Algunas especies pueden actuar como polinizadores o dispersores de semillas, mientras que otras pueden tener relaciones de competencia o mutualismo con otras especies (Squeo et al., 2006).

Conocer los requerimientos específicos de cada especie para su crecimiento y adaptación es fundamental para proporcionar las condiciones adecuadas en el vivero y en el sitio de restauración. Esto incluye aspectos como el tipo de suelo, la disponibilidad de agua, la altitud y la exposición a la luz solar (Rodríguez, et al., 2009). Al satisfacer estos requerimientos, se promueve un establecimiento exitoso de las especies en el ecosistema de alta montaña, contribuyendo así a su conservación y restauración.

## **2.4 Instalaciones, herramientas y equipo**

Para un adecuado registro y manejo del vivero, se deben definir áreas específicas que garanticen una producción óptima y prevengan problemas fitosanitarios o fisiológicos en las plántulas.

### ***2.4.1 Propagación***

La propagación de las especies, especialmente en viveros forestales y de conservación, se realiza principalmente a partir de semillas. Sin embargo, es crucial seguir ciertos criterios para la recolecta del germoplasma, como conocer la identidad taxonómica y geográfica, asegurar la diversidad genética y registrar información relevante (Martínez, et al., 2012).

El Instituto Alexander Von Humboldt (Pérez & Velasco, 2021) sugiere que el área de propagación al ser determinante para garantizar la calidad de las plantas del vivero deberá dividirse en 3 áreas.

**2.4.1.1 Área de Germinación.** Esta área es vital para el inicio del proceso, en donde las semillas se siembran en contenedores o camas de germinación con el sustrato adecuado. Se deben realizar actividades previas, como limpieza, desinfección, secado y almacenamiento de semillas, para evitar malformaciones en el crecimiento o alguna afección fitosanitaria.

**2.4.1.2 Área de Crecimiento.** Aquí se trasplantan las plántulas ya establecidas. Las plantas se organizan en ceras delimitadas por cuerdas en donde se organizan las plantas, las cuales están dentro de bloques de bolsas con una cubierta de plástico para evitar el enraizamiento y crecimiento de vegetación no deseada.

**2.4.1.3 Área de Rustificación.** En este espacio, las plantas se preparan para su salida al campo, endurecen sus tejidos mediante la exposición directa a las condiciones ambientales.

#### ***2.4.2 Almacenamiento de sustrato***

En esta área se realizan actividades de acumulación de sustrato, el lugar se debe mantener limpio y seco, para evitar cualquier contaminación con otros componentes (Martínez et al., 2012).

#### ***2.4.3 Área de mezcla y preparación del sustrato***

En esta área se realizan actividades de desinfección de sustrato y mezcla para su debido llenado de bolsa (Martínez et al., 2012).

#### ***2.4.4 Zona de trasplante bajo sombra***

Esta área está destinada al crecimiento inicial de las plántulas sembradas en bolsa, las cuales se distribuyen por eras para mantener el orden y asegurar las condiciones óptimas para su desarrollo (Rojas, 2003).

#### ***2.4.5 Bodega de herramientas e insumos***

Se designa un área específica para almacenar herramientas e insumos, garantizando un lugar seguro y ordenado (Rodríguez, 2010).

#### ***2.4.6 Acciones previas al inicio de la producción***

**2.4.6.1 Limpieza en general.** La limpieza es una acción fundamental dentro del conjunto de buenas prácticas en los viveros forestales y se adelanta de manera permanente. Este cuidado constante es crucial para evitar el transporte de enfermedades o plagas, infección y contaminación hacia otras áreas del vivero (Aguilera, et al., 2023)

**2.4.6.2 Control de maleza.** La remoción de maleza y residuos vegetales se hace antes de iniciar el cultivo en el vivero forestal, y es una actividad permanente durante todo el proceso de producción (García, 2019).

**2.4.6.3 Verificar y corregir desniveles del área de producción.** Como resultado del tráfico de vehículos, equipos y personas en el vivero, es común que se formen pequeñas depresiones en la superficie. Estas depresiones pueden acumular agua durante la época de lluvia o durante el riego, creando condiciones de humedad excesiva, por lo tanto, es necesaria la corrección del nivel de las superficies. De esta manera, se evita la proliferación de insectos patógenos y se garantiza un ambiente adecuado para el crecimiento saludable de las plantas del vivero (Rojas 2003).

**2.4.6.4 Acondicionamientos de accesos sanitarios.** El manejo de los accesos sanitarios se adelanta para evitar la introducción de patógenos externos a las instalaciones del vivero y del área de producción. Estos puntos de acceso juegan un papel crucial para mantener la bioseguridad y la salud de las plantas cultivadas, al evitar la contaminación por agentes externos que pueden afectar negativamente la calidad y la productividad del vivero (Aguilera, et al., 2023).

**2.4.6.5 Rehabilitación de cubiertas protectoras.** Durante el proceso de producción, las cubiertas plásticas pueden deteriorarse debido a diversos factores, como el viento, la exposición a la intemperie y fenómenos meteorológicos extremos. Ante ello, resulta necesario rehabilitar las secciones dañadas mediante el parchado o la sustitución de las partes afectadas (Rodríguez, 2010).

Al referirse a viveros situados en alta montaña, es recomendable optar por mallas blancas o transparentes. Esto se debe a que las mallas claras permiten filtrar una mayor cantidad de energía solar, lo que contribuye a elevar la temperatura y promover el crecimiento de las plantas, además de reducir condiciones de humedad que favorecen el desarrollo de patógenos y malezas (Aguilera, et al., 2023).

## **2.5 Actividades silviculturales**

Según Quiceno y Vásquez (2017), en el manejo del vivero se implementan una serie de actividades y estrategias destinadas al crecimiento y desarrollo.

### ***2.5.1 Producción de material vegetal***

Para garantizar que el proceso se desarrolle de manera ordenada y eficaz, es fundamental comenzar con la selección de plantas a propagar para la restauración. Esto implica la búsqueda de germoplasma, siembra, trasplante, crecimiento y rustificación. Al finalizar cada

una de estas actividades, se obtendrá material vegetal con condiciones fuertes y adecuadas para la restauración (Rojas, 2003).

### ***2.5.2 Riego***

El riego adecuado cumple un papel esencial en el crecimiento y la salud de las plantas. Las plántulas tienen demandas específicas de agua que varían según su etapa de desarrollo. Por lo tanto, es crucial proporcionar agua de calidad en cantidades adecuadas para asegurar su desarrollo óptimo (Landis & Wilkinson, 2014). Un sistema de riego sirve para economizar agua y presupuesto, asegura la eficiencia y confiabilidad en el crecimiento del material vegetal.

### ***2.5.3 Fertilización***

La aplicación de fertilizantes, ya sean orgánicos o inorgánicos, debe realizarse considerando la cantidad adecuada de nutrientes para cada especie, puesto que cada nutriente cumple una función específica. La deficiencia de un solo nutriente puede limitar el crecimiento de las plantas, mientras que un exceso puede causar quemaduras o daños. Por lo tanto, es esencial aplicar y dosificar los fertilizantes con cuidado, asegurando una nutrición balanceada que se adapte a las necesidades específicas de cada especie (Jacobs & Landis, 2014).

### ***2.5.4 Control de enfermedades y patógenos***

Los principales problemas fitosanitarios en viveros son el resultado de actividades cotidianas realizadas durante la construcción y operación del vivero. Desde la recolección del germoplasma, donde es necesario considerar la salud de las semillas recolectadas, la desinfección de herramientas y contenedores, el mantenimiento y control de maleza dentro y fuera del vivero, la esterilización de sustratos orgánicos, el uso correcto del agua y el adecuado monitoreo en el trasplante y prevención de enfermedades, para gestionar eficazmente cualquier

enfermedad es esencial tener conocimiento de las necesidades específicas de cultivo de las plantas (hospedante), comprender al patógeno y entender su ciclo de vida (Rodríguez, 2010).

Para prevenir enfermedades en las plantas, es necesario implementar un programa integrado de manejo de enfermedades. Este programa se puede describir como un sistema de enfoque o estrategia que, basado en principios ecológicos, económicos y socialmente aceptables, emplea diversas medidas de control complementarias (biológico, cultural, físico, químico, genético, legal). Estas medidas se combinan en un programa completo con el objetivo principal de prevenir o reducir el daño que ocasiona (Acosta, 2018).

Además, es fundamental realizar pruebas pequeñas pero exhaustivas antes de implementar cualquier tratamiento nuevo a gran escala en un vivero específico. Estas pruebas proporcionan información valiosa sobre la presencia y densidad de plagas y enfermedades, las condiciones del cultivo, las variables ambientales y la actividad de los enemigos naturales. Este análisis detallado permite tomar decisiones fundamentales con un alto grado de certeza (Vera, 2019).

### **3. Metodología**

#### **3.1 Área de estudio**

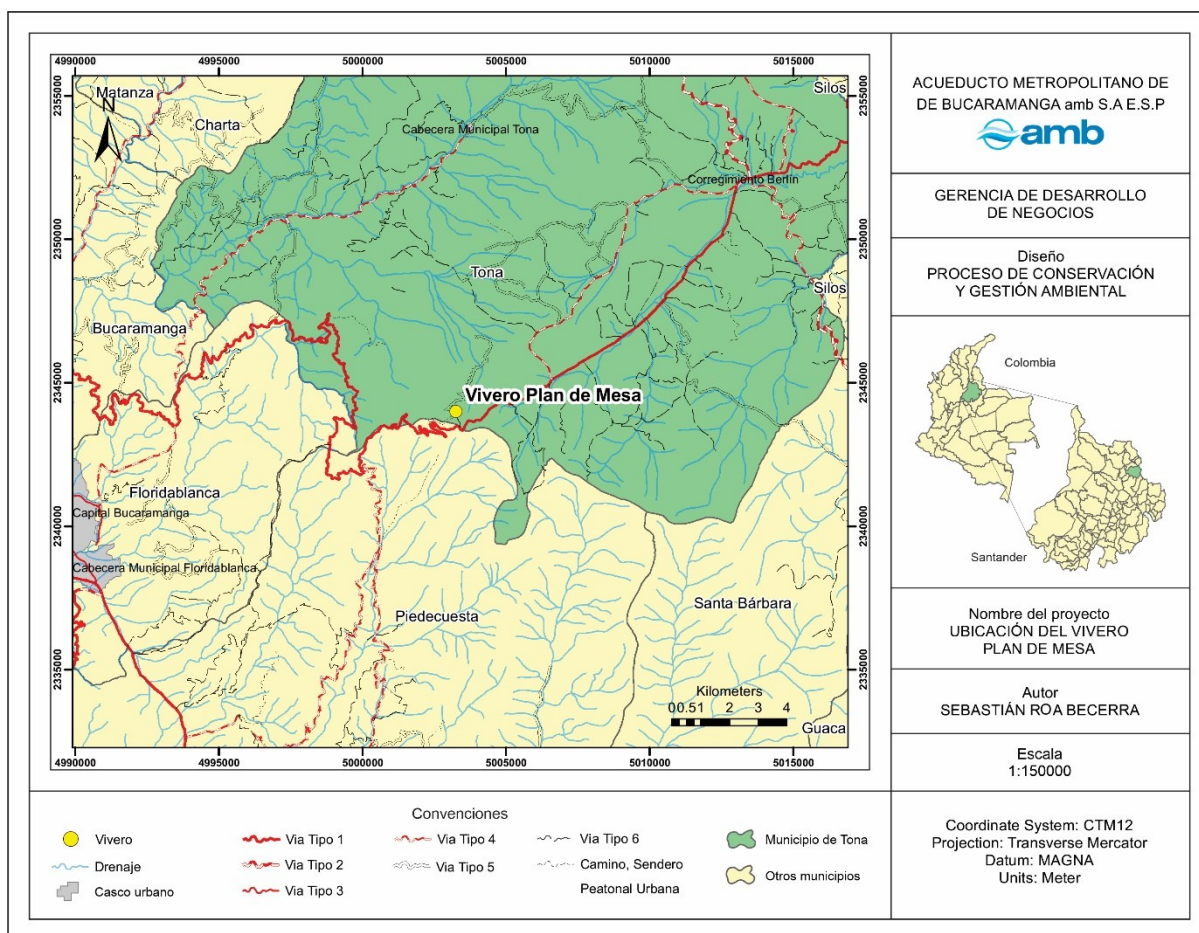
El acueducto metropolitano de Bucaramanga amb S.A E.S.P. administra aproximadamente 12,200 hectáreas, las cuales abarcan diversas zonas de vida, como el páramo, bosque de alta montaña, bosque húmedo, bosque tropical. Entre estas áreas se encuentra el vivero permanente El Gualilo el cual cuenta con registro ICA como productor y comercializador de material vegetal de propagación según Resolución 00019225 de 2023. Además, existen viveros satélites situados en los municipios de Charta, Suratá y Tona.

Estos viveros desempeñan un papel fundamental en las operaciones del amb S.A. E.S.P., ya que son los responsables de la propagación y cuidado del material vegetal necesario para diversas actividades de manejo y restauración ecológica en las diferentes zonas de vida.

El vivero destinado a la propagación de especies nativas de alta montaña y bosque altoandino se encuentra en el predio Plan de Mesa, localizado en la vereda Ucata municipio de Tona, Santander. Las coordenadas geográficas del vivero son: 7° 6 ' 52,15''N; 72° 58' 25,34'' O y se encuentra a una altitud de 3.420 m.s.n.m. Esta área corresponde a la zona de páramo, con un régimen climático caracterizado por una precipitación anual promedio de 1.598 mm (Estación meteorológica El Picacho, 2022) y una temperatura promedio anual de 12 °C. El régimen de precipitación es bimodal con dos temporadas de lluvia, una de marzo a junio y otra de septiembre a noviembre, siendo este último el más intenso (IDEAM, 2022). La Figura 1 muestra la ubicación del vivero Plan de Mesa donde se desarrolla el proyecto.

### **Figura 1**

*Mapa de ubicación del vivero Plan de Mesa*



### 3.2 Métodos

#### 3.2.1 Diagnóstico

Para la evaluación y adecuación del vivero Plan de Mesa, en el municipio de Tona Santander, se tomó como referencia el registro actual del vivero El Gualilo, otorgado mediante la Resolución 00019225 del 2023. La inspección técnica en el vivero Plan de Mesa tuvo como objetivo identificar y evaluar las necesidades de adecuación para ajustarse a los requisitos establecidos por el ICA.

Durante la inspección, se realizó un diagnóstico inicial de las condiciones de las instalaciones, para identificar los aspectos que requerían mejoras y así cumplir con los estándares de la Resolución No 0780006 de 2020 del ICA. Con base en la información obtenida, se formuló un plan de trabajo orientado a llevar a cabo actividades de propagación

de material vegetal de alta montaña y bosque altoandino. Adicionalmente, se preparó la documentación necesaria para iniciar el proceso de registro del vivero ante el ICA.

### ***3.2.2 Acercamiento inicial con el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA***

Tras revisar la Resolución 00019225 del 2023, que otorga el registro como productor y comercializador de material vegetal de propagación al vivero El Gualilo de la empresa amb y realizar el diagnóstico inicial del vivero Plan de Mesa, se estableció contacto con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) con el propósito de averiguar las opciones disponibles para dar inicio al proceso de registro del vivero Plan de Mesa.

### ***3.2.3 Acondicionamiento de áreas de trabajo***

De acuerdo con el diagnóstico realizado, se identificó que el vivero Plan de Mesa requería adecuaciones en su infraestructura. Con el apoyo del equipo técnico del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga conformado por ingenieros forestales, guardabosques y viveristas, se ejecutaron diversas actividades enfocadas en optimizar las instalaciones del vivero. Entre estas actividades destacan la adecuación del cerco perimetral y el diseño para el mejoramiento del área de rustificación.

### ***3.2.4 Recolección de germoplasma de especies de alta montaña***

Para la recolección de germoplasma se empleó la metodología propuesta por Pérez y Velazco (2021), la cual inició con la identificación de la especie, seguida del registro de la localización geográfica de la población de dónde se colectó el material. Para preservar la diversidad genética, se aseguró la recolección de semillas en varios individuos dentro del área de muestreo. Se llevaron a cabo recorridos en compañía de los guardabosques por los predios del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga amb S.A E.S. P, con el fin de registrar de

manera adecuada el proceso de selección y recolección de germoplasma. Se logró la identificación de especies de alta montaña presentes en la zona con apoyo de la Guía Bitácora de flora primera y segunda edición (Marín y Parra, 2021) y se recolectó el material necesario para su posterior tratamiento en el vivero.

Para la recolección de germoplasma se utilizaron los formatos establecidos por el amb (Carrillo, 2023), que incluyen todas las variables necesarias para el registro correspondiente, tales como, ubicación, identificación de la fuente semillera, coordenadas y nombres comunes y científicos. Adicionalmente, se creó una cama de secado adecuado para almacenar las semillas de manera óptima, garantizando así la prevención de cualquier tipo de contaminación.

### ***3.2.5 Actividades de manejo y seguimiento***

Se realizaron actividades silviculturales como siembra, trasplante, riego, deshierbe, desinfección de áreas, llenado de bolsas, construcción y reacomodación de material vegetal en las eras, entre otros. Estas tareas son esenciales para garantizar un entorno óptimo que favorezca el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas y prevenir problemas fitosanitarios.

Todas estas actividades se registraron en los formatos establecidos por el amb S.A E.S. P (Carrillo, 2023), con el fin de llevar un seguimiento y control apropiado del manejo del vivero.

### ***3.2.6 Análisis de la información***

Con base en la información registrada en los formatos autorizados por el acueducto metropolitano de Bucaramanga amb, se procedió a analizar el proceso de propagación de especies de alta montaña y bosque altoandino. Se llevó a cabo un análisis comparativo con el

propósito de identificar las variables implementadas más efectivas para las actividades de germinación y crecimiento.

### ***3.2.8 Actividades de seguimiento y manejo constante del vivero El Gualilo para mantener el registro ICA***

Para mantener el registro ICA del vivero El Gualilo, según lo establecido en la Resolución 00019225 del 2023 se llevaron a cabo actividades de seguimiento y gestión continua. Estas tareas incluyeron tanto aspectos silviculturales como de infraestructura, con el propósito de garantizar la continuidad del proceso de propagación.

Desde el área de producción, se complementaron todas las actividades relacionadas con la germinación, el crecimiento y la rustificación de las plantas, atendiendo de manera continua labores como trasplante, riego, limpieza del área, deshierbe, recuperación del sustrato, fertilización, podas, entre otras.

Asimismo, se realizaron tareas de adecuación del vivero, que comprendieron la construcción y reorganización de eras, instalación de polisombra y ejecución de obras necesarias para mejorar y mantener la infraestructura del vivero.

## **4. Resultados**

Como parte del apoyo al manejo del vivero Plan de Mesa del amb, se llevó a cabo la propagación de 11 especies nativas de alta montaña y bosque altoandino (Tabla 5), adicionalmente, se brindó asistencia en la gestión y desarrollo de proyectos en curso que ya se venían implementando en el vivero y el fortalecimiento de las infraestructuras necesarias para garantizar un crecimiento óptimo del material vegetal. Estas actividades complementaron y potenciaron los avances logrados en el vivero.

## 4.1 Manejo y seguimiento permanente para la propagación de material vegetal

### 4.1.1 Vivero Plan de Mesa

El Vivero cuenta con una estructura tipo invernadero de 96 m<sup>2</sup>, con capacidad para albergar 10.000 plántulas, en un entorno adecuado para su desarrollo y cuidado. Este invernadero está diseñado para mejorar las condiciones de crecimiento y propagación de las especies de alta montaña. Está equipado con sistemas de control de temperatura, humedad y luminosidad como ventanas y polisombra corredizas, que permiten un manejo eficiente de las condiciones ambientales. La organización interna incluye un área de crecimiento (44.8 m<sup>2</sup>), camas germinadoras (6 m<sup>2</sup>), sistema de riego, y área de secado para las semillas (2 m<sup>2</sup>). En el exterior dispone de un área de rustificación de 20 m<sup>2</sup>.

**Tabla 1**

*Dimensiones eras de producción vivero Plan de Mesa*

Eras	Dimensiones			N.º Eras
	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	
<b>Cajones de germinación</b>	1	1	0.26	1
<b>Eras de crecimiento</b>	5.6	1.10	0.2	3
<b>Eras de rustificación</b>	5	1.10	0.2	1

Los cajones de germinación están elevados a una altura de 1,10 m, contruidos con tubos y tablas, es de detallar que el material es reciclado en lo que se conoce como eco maderas, lo que mejora la filtración y evita el contacto con el suelo. Por otro lado, las eras de crecimiento y rustificación están contruidas con estacas y cabuya, colocadas directamente sobre el suelo. Para combatir patógenos como babosas, se aplica cal en las áreas demarcadas, lo que ayuda a mantener las condiciones sanitarias necesarias para el desarrollo adecuado de las plántulas.

#### 4.1.2 Actividades de propagación de especies nativas

Se realizaron actividades de manejo y seguimiento con el objetivo de garantizar la propagación sexual y asexual de material vegetal de alta montaña en condiciones óptimas, contribuyendo así al cumplimiento del programa de responsabilidad ambiental empresarial del amb. El proceso de propagación incluyó las siguientes etapas:

**4.1.2.1 Identificación de especies.** Se seleccionaron las especies nativas a propagar, priorizando aquellas plantas con mayor dominancia en la estructura vertical (altura) y horizontal (cobertura) dentro de los predios recorridos (Pérez y Velasco, 2021), tales como el frailejón, el romero de páramo, espino de oro y otras especies forestales (Tabla 3) propias de estas zonas de vida.

**Tabla 2**

*Especies colectadas*

Nombre común	Nombre científico	Familia	Predio	Fecha de colecta
Agraz	<i>Vaccinium floribundum</i>	Ericaceae	Potrerito	16/5/2024
Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	Rosaceae	Plan de mesa	7/4/2024
Cubito de páramo	<i>Ternstroemia meridionalis</i>	Pentaphylacaceae	Cadillal	7/4/2024
Espino de oro	<i>Berberis goudotii</i>	Berberidaceae	Cadillal	7/4/2024
Uva del diablo o reventadora	<i>Pernettya prostrata</i>	Ericaceae	Potrerito	7/4/2024

Nombre común	Nombre científico	Familia	Predio	Fecha de colecta
Miconia	<i>Miconia summa</i>	Melastomataceae	San Antonio	7/4/2024
Romero de páramo	<i>Diplosteghium eriophorum</i>	Asteraceae	Potrerito	7/4/2024
Gaque	<i>Clusia multiflora</i>	Clusiaceae	Potrerito	16/5/2024
Roble de páramo	<i>Quercus humboldtii</i>	Fagaceae	Roblal	16/5/2024
Colorado o sietecueros	<i>Polylepis quadrijuga</i>	Rosaceae	San Antonio	16/5/2024
Sietecueros	<i>Andesanthus lepidota</i>	Melastomataceae	Roblal	16/5/2024
Cucharo espadero	<i>Myrsine coriacea</i>	Betulaceae	San Antonio	16/5/2024
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>		Plan de mesa	7/4/2024
Pegamosca	<i>Bejaria resinosa</i>	Ericaceae	Potrerito	16/5/2024
Uva de anís o totiadora	<i>Gaultheria sclerophylla</i>	Ericaceae	Potrerito	16/5/2024
Charne o angelito	<i>Bucquetia glutinosa</i>	Melastomataceae	San Antonio	16/5/2024
Frailejón	<i>Espeletia grandiflora</i>	Asteraceae	Plan de mesa	6/2/2024 13/6/2024
Frailejón	<i>Espeletia santanderensis</i>	Asteraceae	Vivito	23/2/2024
Frailejón	<i>Morfoespecie 1</i>	Asteraceae	Plan de mesa	13/6/2024

Nombre común	Nombre científico	Familia	Predio	Fecha de colecta
Frailejón	<i>Morfoespecie 2</i>	Asteraceae	Colegio Berlín	11/7/2024

**4.1.2.2 Georreferenciación de árboles semilleros.** Se realizó la localización mediante un navegador GPS. Cada uno de los árboles fue seleccionado de acuerdo con sus características fenotípicas como tamaño, cantidad de frutos producidos, vigorosidad, estado fitosanitario (Tabla 4). Esta identificación geoespacial es fundamental para el monitoreo a largo plazo y para asegurar la diversidad genética en las futuras poblaciones (Apéndice J).

**Tabla 3**

*Georreferenciación de especies*

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	COORDENADAS
Espino de oro	<i>Berberis verticillata</i>	7.1378 - 72.9598
Cubito de paramo	<i>Ternstroemia meridionalis</i>	7.1398 - 72.9609
Reventadora o Uva de diablo	<i>Pernettya prostrata</i>	7.146 - 72.9613
Miconia	<i>Miconia summa</i>	7.1398 - 72.9609
Romero de paramo	<i>Diplostegium eriophorum</i>	7.1378 - 72.9598
Agraz	<i>Vaccinium floribundum</i>	7.1138 - 72.9741
Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	7.146 - 72.9613
Gaque	<i>Clusia multiflora</i>	7.1142 - 72.9745
Roble de paramo	<i>Quercus humboldtii</i>	7.1142 - 72.9745
Colorado o Siete cueros	<i>Polylepis quadrijuga</i>	7.146 - 72.9613
Cucharero	<i>Myrsine coriacea</i>	7.1334 - 73.0885
Acacia negra	<i>Acacia decurrens</i>	7.1142 - 72.9745

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	COORDENADAS	
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	7.146	- 72.9613
Pegamosca	<i>Bejaria resinosa</i>	7.1142	- 72.9745
Uva de anís o totiadora	<i>Gaultheria sclerophylla</i>	7.146	- 72.9613
Charne o angelito	<i>Bucquetia glutinosa</i>	7.1334	- 73.0885
Frailejón	<i>Espeletia grandiflora</i>	7.1137	- 72.9737
Frailejón	<i>Espeletia grandiflora</i>	7.1137	- 72.9737

**4.1.2.3 Recolección de frutos.** Para la recolección de frutos de especies de alta montaña, el amb cuenta con la autorización de colecta emitida por la Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), el cual autoriza la recolección de material genético nativo en los predios del acueducto. La colecta se llevó a cabo de manera controlada, asegurando que se realizara en el momento óptimo de maduración para maximizar la viabilidad de las semillas. Para el almacenamiento se utilizaron bolsas de papel para evitar la contaminación del material recolectado (Apéndice A).

**4.1.2.4 Secado de frutos y extracción de semillas.** Los frutos recolectados fueron trasladados al vivero, donde se adecuó un área con condiciones óptimas para evitar la contaminación del material recolectado, asegurando una buena aireación y evitando el contacto con la humedad. Los frutos se dejaron secar durante varios días para facilitar la extracción manual de las semillas, dependiendo de la especie (Apéndice B).

**4.1.2.5 Limpieza y pesaje de semillas.** Una vez extraídas, las semillas fueron limpiadas cuidadosamente para eliminar restos de pulpa u otros contaminantes, luego se pesaron para llevar un registro detallado de la producción y calidad del material recolectado (Apéndice C).

**4.1.2.6 Desinfección de sustrato.** Antes de proceder con la siembra, el sustrato utilizado en el vivero fue sometido a un proceso de desinfección con el fin de eliminar la

presencia de patógenos que pudieran comprometer el desarrollo de las plántulas. Se empleó el método físico de desinfección mediante la aplicación de agua hirviendo (Apéndice D).

**4.1.2.7 Tratamiento pregerminativo.** Dependiendo de la especie, se aplicaron tratamientos pregerminativo para romper la dormancia de las semillas y promover su germinación. Este tratamiento se incluyó la inmersión en agua caliente a fría (Choque térmico) (Apéndice E).

**4.1.2.8 Siembra.** Se llevó a cabo la siembra de 11 especies nativas de alta montaña (Tabla 5), utilizando los respectivos cajones de germinación. Se registraron todos los datos requeridos en el formato de germinación (Apéndice K), incluyendo la cantidad de semillas sembradas. Durante el transcurso de la práctica germinaron cuatro especies: *Diplostephium cinerascens*, *Berberis verticillata*, *Miconia summa*, *Pernettya prostrata*, con un porcentaje de germinación de 83%, 75%, 51% y 46 %, respectivamente (Figura 2). No obstante, se observó que, aunque las demás semillas aún no habían germinado, presentan signos positivos en su fase de germinación, lo que indica un avance positivo en su desarrollo (Apéndice F).

**Tabla 4**

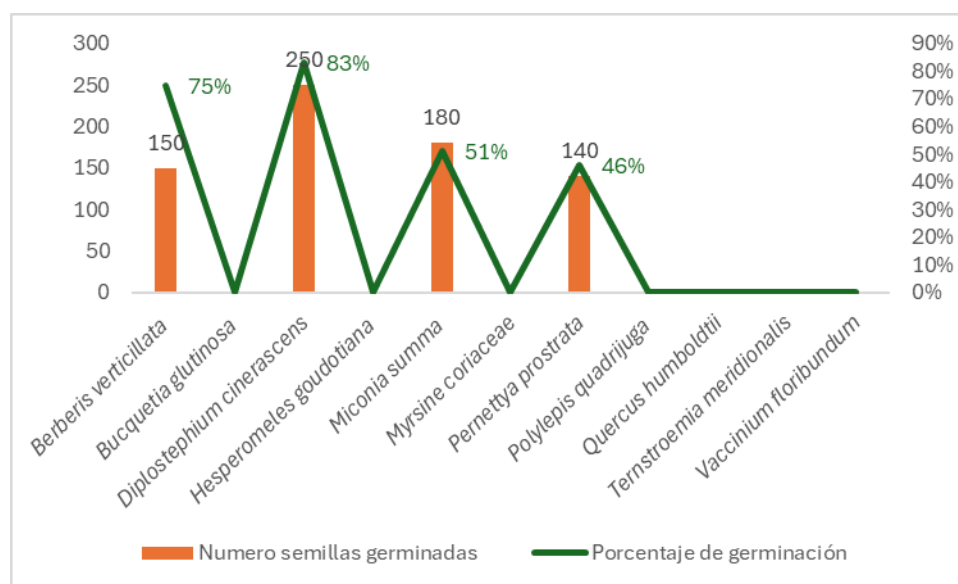
*Especies nativas*

Especies Nativas								
Fecha de colecta	Fecha de siembra	Fecha de germinación	Tratamiento germinativo	Sustrato	Procedencia de la semilla	Nombre común	Nombre científico	N.º
7/4/2024	10/5/2024		ninguno	Tierra negra	Cadillal	Cubito de paramo	<i>Ternstroemia meridionalis</i>	1
7/4/2024	10/5/2024		choque térmico (30s)	Tierra negra	Potrerito	Agraz	<i>Vaccinium floribundum</i>	2
7/4/2024	10/5/2024	26/6/2024	choque térmico (15s)	Tierra negra	Cadillal	Espino de oro	<i>Berberis verticillata</i>	3
7/4/2024	10/5/2024	26/6/2024	choque térmico (15s)	Tierra negra	Potrerito	Uvo del diablo	<i>Pernettya prostrata</i>	4
7/4/2024	10/5/2024	26/6/2024	choque térmico (30s)	Tierra negra	San Antonio	Miconia	<i>Miconia summa</i>	5
7/4/2024	10/5/2024	26/6/2024	ninguno	Tierra negra	Potrerito	Romero de paramo	<i>Diplostephium cinerascens</i>	6
16/5/2024	30/5/2024		choque térmico (1min)	Tierra negra	Plan de Mesa	Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>	7
16/5/2024	30/5/2024		choque térmico (1min)	Tierra negra	Roblal	Roble	<i>Quercus humboldtii</i>	8
16/5/2024	30/5/2024		ninguno	Tierra negra	San Antonio	Colorado	<i>Polylepis quadrijuga</i>	9

Especies Nativas								
Fecha de colecta	Fecha de siembra	Fecha de germinación	Tratamiento germinativo	Sustrato	Procedencia de la semilla	Nombre común	Nombre científico	N.º
16/5/2024	30/5/2024		ninguno	Tierra negra	San Antonio	Cucharo espadero	<i>Myrsine coriaceae</i>	10
16/5/2024	30/5/2024		ninguno	Tierra negra	San Antonio	Angelito o Charne	<i>Bucquetia glutinosa</i>	11

**Figura 2**

*Porcentaje de germinación especies nativas*



**4.1.2.9 Trasplante.** A la edad de dos meses de germinación, se realizó el trasplante de dos especies seleccionadas por su estado óptimo para dicho proceso. Se trasplantaron 50 individuos de *Berberis verticillata* (espino de oro) y 39 individuos de *Diplostephium cinerascens* (romero de páramo). Las plántulas fueron trasplantadas a bolsas y se colocaron en sus respectivas eras de crecimiento, donde continuarán su desarrollo bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y luz (Apéndice G).

**4.1.2.10 Estaca.** Las especies de alta montaña, debido a su lento crecimiento, requieren métodos de propagación asexual. Se implementaron técnicas de selección de población, desinfección de herramientas de corte, y uso de enraizadores para mejorar la eficiencia de propagación.

Con el fin de experimentar este método de propagación se llevó a cabo la colecta de dos especies. Se sembraron 20 estacas de mortiños (*Hesperomeles goudotiana*) y 20 de sietecueros (*Andesanthus lepidota*), en las cuales se implementó tratamiento por medio de sábila para optimizar su enraizamiento (Apéndice H). Hasta la fecha, no se ha observado rebrote en ninguna de las estacas establecidas.

#### 4.1.3 Apoyo en actividades que se venían implementando en el vivero

Hasta el momento el vivero había sido manejado principalmente como un vivero de rescate de frailejones. Sin embargo, a mediados del año 2023, se construyó un vivero tipo invernadero que permite el control de temperaturas, humedad y luminosidad, lo cual posibilitó el inicio de procesos de propagación con especies de alta montaña, en especial con la especie *Espeletia* sp.

**4.1.3.1 Seguimiento y monitoreo de las semillas de frailejón.** A principios del año 2024, se llevó a cabo la siembra de semillas de frailejones de las especies *Espeletia standleyana* y *Espeletia santanderensis*, utilizando 16 módulos con diferentes sustratos, coberturas y/o tratamiento pregerminativo (Tabla 6). Se evaluó el porcentaje de germinación de cada una de estas muestras, con el objetivo de implementar los resultados a gran escala.

**Tabla 5**

#### *Módulos experimentales*

Fecha de colecta	Fecha de siembra	Tratamiento germinativo	Módulos		Procedencia de la semilla	Especie	N.º
			Sustrato	Cobertura			
6/2/2024	14/2/2024	ninguno	Tierra negra	ninguna	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	1
6/2/2024	14/2/2024	ninguno	Tierra negra	lama	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	2
1/11/2023	14/2/2024	ninguno	Tierra negra	lama	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	3
1/11/2023	14/2/2024	ninguno	Tierra negra	ninguna	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	4
6/2/2024	14/2/2024	ninguno	Arena fina	ninguna	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	5

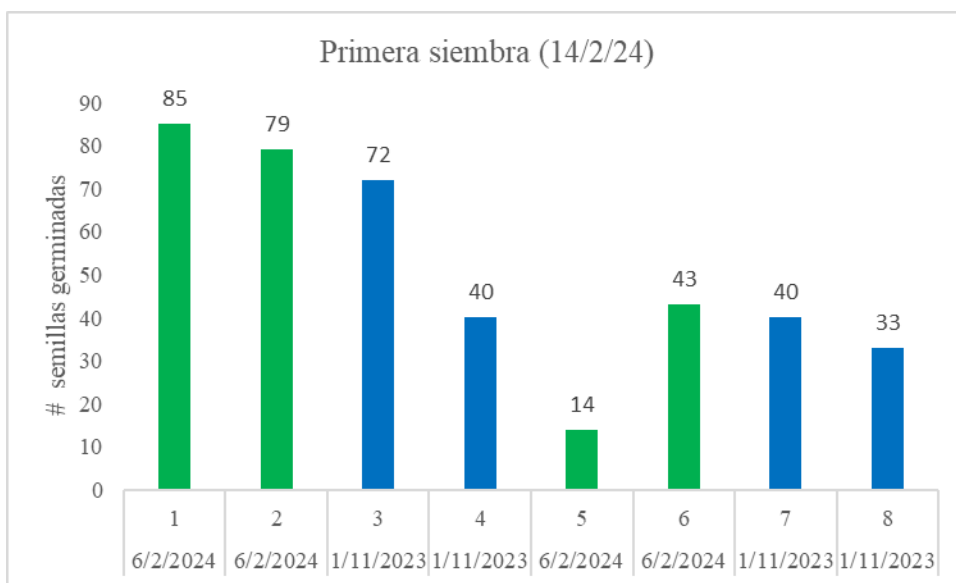
Fecha de colecta	Fecha de siembra	Tratamiento germinativo	Módulos		Procedencia de la semilla	Especie	N.º
			Sustrato	Cobertura			
6/2/2024	14/2/2024	ninguno	Arena fina	Lama	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	6
1/11/2023	14/2/2024	ninguno	Arena fina	Lama	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	7
1/11/2023	14/2/2024	ninguno	Arena fina	ninguna	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	8
6/2/2024	27/2/2024	choque térmico	Tierra negra	lama	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	9
23/2/2024	27/2/2024	choque térmico	Tierra negra	Algodón	Vivito	<i>Espeletia santanderensis</i>	10
6/2/2024	27/2/2024	ninguno	Tierra negra	Lama	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	11
14/2/2024	27/2/2024	Fuego directo	Tierra negra	Lama	Plan de Mesa (área incinerada)	<i>Espeletia standleyana</i>	12
6/2/2024	27/2/2024	choque térmico (30s)	Tierra negra	Lama y algodón	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	13
6/2/2024	27/2/2024	choque térmico (1min)	Tierra negra	Algodón	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	14
6/2/2024	27/2/2024	choque térmico (2min)	Tierra negra	Lama- algodón	Plan de Mesa	<i>Espeletia standleyana</i>	15
23/2/2024	27/2/2024	ninguno	Tierra negra	Lama- algodón	Vivito	<i>Espeletia santanderensis</i>	16

La primera siembra se efectuó el 14 de febrero de 2024 (Figura 3) y la segunda el 27 de febrero del mismo año (Figura 4), con las primeras observaciones de germinación registradas en el mes de abril. A partir del 9 de abril de 2024, se inició el conteo sistemático de las semillas germinadas, extendiendo el periodo de observación durante un mes adicional para permitir la germinación de un mayor número de semillas. Es importante señalar que las semillas germinaron de manera simultánea en todos los módulos.

Las semillas de frailejón, que se caracterizan por su pequeño tamaño (2 - 3 mm), fueron sembradas mediante el método al voleo. La profundidad de la siembra fue cuidadosamente controlada para evitar que las semillas se enterraran demasiado o que el riego las desenterrara. Dado al tamaño de las semillas, el porcentaje de germinación se evaluó con base en el número de plántulas germinados en cada módulo de cultivo.

### Figura 3

*Número de semillas germinadas en la primera siembra*

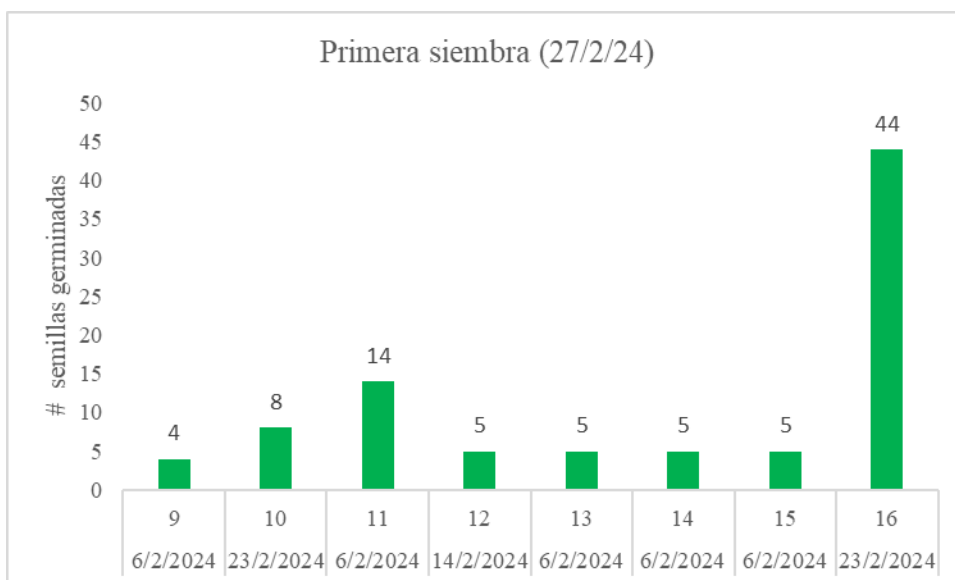


Según la figura 3, los módulos con mayor porcentaje de germinación presentaron las siguientes variables: tierra negra, sin cobertura y sin tratamiento pregerminativo (modulo uno) y tierra negra, con cobertura en lama y sin tratamiento pregerminativo (modulo dos y tres), que pertenecen a la especie *Espeletia standleyana*, con 85, 79 y 72 individuos germinados, respectivamente.

Además, se puede observar que los módulos con menor porcentaje de germinación correspondían a semillas con una fecha superior a tres meses (color azul), mientras que aquellos con mayor porcentaje de germinación tenían una fecha de colecta inferior a 15 días (color verde). Esto sugiere que el tiempo entre la colecta y la siembra es una variable que influye significativamente en el éxito de la germinación.

**Figura 4**

*Número de semillas germinadas en la segunda siembra*



En la figura 4, se observa que el tratamiento pregerminativo aplicado redujo el tiempo de germinación en comparación con la primera siembra, sin embargo, los resultados no fueron tan favorables en términos de cantidad de germinación a pesar de los tiempos de colecta favorables (menos de 15 días antes de la siembra, en color verde),

De igual manera, se destaca el módulo 16, que, utilizando las variables de tierra negra, cobertura de lama y algodón, y sin tratamiento pregerminativo, obtuvo resultados positivos, alcanzando un total de 44 semillas germinadas.

Esto sugiere que, aunque el tratamiento pregerminativo es favorable para reducir el tiempo de germinación, no lo es necesariamente para mejorar el porcentaje de germinación.

**4.1.3.2 Trasplante de frailejón (*Espeletia* sp.).** Inicialmente, las plántulas de frailejones fueron trasplantados a bandejas de germinación para un monitoreo más riguroso, logrando un total de 500 plántulas trasplantadas. Sin embargo, también se realizaron trasplantes directamente en bolsa, donde se observó una mejor evolución y adaptación de las plántulas. A partir de estos resultados, se decidió trasladar 80 plántulas de las bandejas a bolsa. No obstante, se registró una mortalidad superior al 50% sobreviviendo únicamente 29 individuos de *Espeletia standleyana* y 10 individuos de *Espeletia santanderensis*.

**4.1.3.3 Seguimiento de áreas enriquecidas con especies de frailejón rescatadas.** Debido a la competencia entre especies, especialmente de la especie *Espeletia standleyana*, se venía implementando el rescate de plántulas, permitiéndoles crecer en condiciones controladas para su posterior uso en el enriquecimiento de áreas degradadas. Se realizó un seguimiento detallado en las áreas donde estas plántulas ya fueron sembradas, utilizando parcelas temporales de 5m X 5m para evaluar la evolución y adaptación que han presentado.

**Tabla 6**

*Parcela de monitoreo número uno para el crecimiento y adaptación de plántulas de frailejón*

SEGUIMIENTO PLANTULAS SEMBRADAS						
PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL						
PARCELA #: 1	FECHA:	12/8/2024	COORDENADAS:	7,1137 N; 72,9737 W		
N.º ESPECIES	ESPECIE	ALTURA (cm)	ESTADO VIGOR			
			B	R	M	
1	<i>Espeletia standleyana</i>	10		X		
2	<i>Espeletia standleyana</i>	15	X			
3	<i>Espeletia standleyana</i>	10	X			
4	<i>Espeletia standleyana</i>	23	X			
5	<i>Espeletia standleyana</i>	15	X			
6	<i>Espeletia standleyana</i>	10	X			
7	<i>Espeletia standleyana</i>	17	X			
8	<i>Espeletia standleyana</i>	10		X		
9	<i>Espeletia standleyana</i>	13	X			
10	<i>Espeletia standleyana</i>	12	X			

SEGUIMIENTO PLANTULAS SEMBRADAS					
PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL					
PARCELA #: 1	FECHA: 12/8/2024	COORDENADAS: 7,1137 N; 72,9737 W			
N.º ESPECIES	ESPECIE	ALTURA (cm)	ESTADO VIGOR		
			B	R	M
11	<i>Espeletia standleyana</i>	17	X		
12	<i>Espeletia standleyana</i>	12	X		
13	<i>Espeletia standleyana</i>	8		X	
14	<i>Espeletia standleyana</i>	20	X		
15	<i>Espeletia standleyana</i>	11	X		
16	<i>Espeletia standleyana</i>	8	X		
17	<i>Espeletia standleyana</i>	15	X		
18	<i>Espeletia standleyana</i>	12	X		
19	<i>Espeletia standleyana</i>	22	X		
20	<i>Espeletia standleyana</i>	7		X	
21	<i>Espeletia standleyana</i>	14	X		
22	<i>Espeletia standleyana</i>	12	X		
23	<i>Espeletia standleyana</i>	7		X	

La mayoría de las plantas sembradas se encuentran en buenas condiciones, con un crecimiento uniforme y una altura promedio favorable. Sin embargo, se identificaron algunas plantas en estado regular, presentan daños en las hojas debido a un patógeno y muestran síntomas de marchitamiento, posiblemente debido al exceso de humedad del terreno.

**Tabla 7**

*Parcela de monitoreo número dos para el crecimiento y adaptación de plántulas de frailejón*

SEGUIMIENTO PLANTULAS SEMBRADAS					
PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL					
PARCELA #: 2	FECHA: 12/8/2024	COORDENADAS: 7,1134 N; 72,9733 W			
N.º ESPECIES	ESPECIE	ALTURA (cm)	ESTADO VIGOR		
			B	R	M
1	<i>Espeletia standleyana</i>	12	X		
2	<i>Espeletia standleyana</i>	13	X		
3	<i>Espeletia standleyana</i>	10	X		
4	<i>Espeletia standleyana</i>	8	X		
5	<i>Espeletia standleyana</i>	20	X		
6	<i>Espeletia standleyana</i>	9	X		
7	<i>Espeletia standleyana</i>	12	X		

SEGUIMIENTO PLANTULAS SEMBRADAS					
PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL					
PARCELA #: 2	FECHA: 12/8/2024	COORDENADAS: 7,1134 N; 72,9733 W			
N.º ESPECIES	ESPECIE	ALTURA (cm)	ESTADO VIGOR		
			B	R	M
8	<i>Espeletia standleyana</i>	10		X	
9	<i>Espeletia standleyana</i>	11	X		
10	<i>Espeletia standleyana</i>	12	X		
11	<i>Espeletia standleyana</i>	0		X	
12	<i>Espeletia standleyana</i>	22	X		

La parcela en este punto presenta una pendiente más pronunciada en comparación con los otros sitios. La mayoría de las plántulas sembradas se encuentran en buenas condiciones. Aquellas que están en un estado subóptimo muestran signos de estrés, presentando síntomas de marchitez. Además, se ha registrado la muerte de una plántula.

**Tabla 7**

*Parcela de monitoreo número tres para el crecimiento y adaptación de plántulas de frailejón*

SEGUIMIENTO PLANTULAS SEMBRADAS					
PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL					
PARCELA #: 3	FECHA: 12/8/2024	COORDENADAS: 7,1130 N; 72,9701 W			
N.º ESPECIES	ESPECIE	ALTURA (cm)	ESTADO VIGOR		
			B	R	M
1	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
2	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
3	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
4	<i>Espeletia standleyana</i>	14	X		
5	<i>Espeletia standleyana</i>	16	X		
6	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
7	<i>Espeletia standleyana</i>	8		X	
8	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
9	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
10	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
11	<i>Espeletia standleyana</i>	8	X		
12	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
13	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
14	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
15	<i>Espeletia standleyana</i>	12	X		

---

**SEGUIMIENTO PLANTULAS SEMBRADAS**


---

**PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL**


---

PARCELA #: 3	FECHA: 12/8/2024	COORDENADAS: 7,1130 N; 72,9701 W			
N.º ESPECIES	ESPECIE	ALTURA (cm)	ESTADO VIGOR		
			B	R	M
16	<i>Espeletia standleyana</i>	14	X		
17	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
18	<i>Espeletia standleyana</i>	18	X		
19	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
20	<i>Espeletia standleyana</i>	0			X
21	<i>Espeletia standleyana</i>	12	X		

---

En este punto, se observa un porcentaje de mortalidad superior al 50%, posiblemente se atribuye a las condiciones del suelo.

#### 4.1.4 Optimización del proceso de siembra basado en resultados experimentales

Después de finalizar el experimento con los 16 módulos, se implementó una nueva siembra utilizando las variables que obtuvieron mejores resultados. Se consideraron todos los aspectos necesarios para una propagación exitosa, incluyendo la recolección, secado y extracción de semillas, así como su limpieza, pesaje, desinfección del sustrato, tratamiento pregerminativo y posterior siembra.

En esta ocasión, se llevó a cabo la siembra de tres especies de frailejón y una especie nativa (Tabla 10), se empleó el sustrato que generó el mayor porcentaje de germinación en los módulos experimentales (tierra negra), combinado con un tratamiento pregerminativo de choque térmico aplicado durante 30 segundos. Sin embargo, desde el momento de terminada la práctica no hubo germinación presente.

**Tabla 8**

*Siembra de frailejones basada en resultados experimentales*

Especies sembradas						
Fecha de colecta	Fecha de siembra	Tratamiento germinativo	Sustrato	Procedencia de la semilla	Nombre común	Nombre científico

13/6/2024	11/7/2024	choque térmico (30s)	Tierra negra	Plan de mesa	frailejón	Espeletia standleyana
13/6/2024	11/7/2024	choque térmico (30s)	Tierra negra	Plan de mesa	frailejón	Espeletia sp
	25/7/2024	ninguno	Tierra negra	Semilla comprada	Arrayan	Myrcianthes leucoxylla
11/7/2024	12/8/2024	choque térmico (30s)	Tierra negra	Colegio Berlín	frailejón	Espeletia sp

#### 4.2 Actividades silviculturales

El vivero Plan de Mesa tiene una capacidad para albergar 10.000 plántulas. Actualmente, cuenta con 512 plántulas de frailejón (*Espeletia standleyana*) en el área de crecimiento y 236 frailejones en el área de rustificación, rescatados para ser utilizados en proyectos de enriquecimiento de áreas degradadas. Para su manejo, se realizaron diferentes actividades silviculturales entre las que se destacan el deshierbe, control de sombra, acomodación de eras, recuperación de sustrato, llenado de bolsas y riego

#### 4.3 Anotación y registro diario

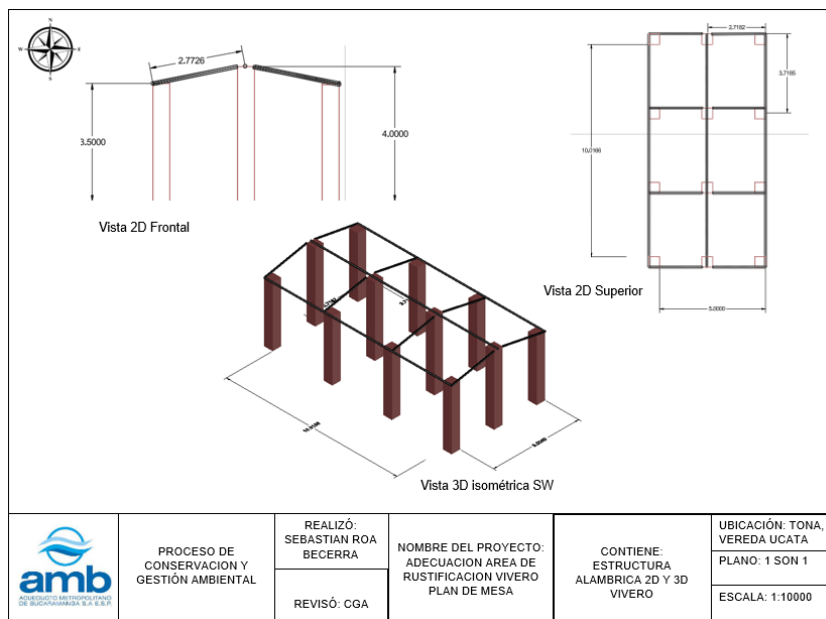
Las actividades realizadas durante la práctica fueron digitalizados y registradas en formatos de evaluación y seguimiento del vivero, los cuales forman parte integral de nuestro proceso de calidad. Estos formatos fueron desarrollados gracias al apoyo de anteriores pasantes de la UIS y han demostrado ser fundamentales para el manejo eficiente del vivero (Carrillo, 2023). El amb, cuenta con formatos específicos para documentar cada actividad silvicultural (Apéndice I), incluyendo recolección de semillas (Apéndice J) y control de germinación (Apéndice K). Este seguimiento sistemático y la recopilación de datos garantizaron una gestión adecuada de las especies nativas, desde la colecta de semillas hasta la salida del vivero.

#### 4.4 Actividades técnicas para adecuaciones del vivero Plan de Mesa

Con base en el diagnóstico inicial, se formuló una propuesta de adecuaciones para el área de rustificación del vivero, con el objetivo de mejorar las condiciones de este y optimizar su funcionalidad.

**Figura 5**

*Propuesta de adecuaciones para el área de rustificación: Visualización del Proyecto*



**4.4.1 Adecuaciones – Cerco perimetral**

El diagnóstico evidenció la necesidad de mejorar una cerca perimetral de alambre de púas con postes de madera alrededor del vivero Plan de Mesa, ubicada a 3.5 metros de distancia. Esta segunda barrera se implementó como medida preventiva para minimizar o eliminar factores de tensión, derivado de los daños ecosistémicos ocasionados por el incendio ocurrido el 22 de enero del 2024, el cual afectó aproximadamente el 90% del área del predio plan de mesa (Apéndice L).

**4.5 Actividades administrativas para el registro del vivero Plan de Mesa**

Las actividades administrativas para el registro del vivero Plan de Mesa incluyeron la revisión y evaluación de la documentación relacionada con la gestión de los viveros del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga amb. Este proceso permitió identificar las acciones llevadas a cabo por el amb para registrar el vivero El Gualilo como productor y comercializador de material vegetal de propagación, así como los documentos ya disponibles en el amb. Esta

información facilitó los trámites necesarios para el registro del vivero Plan de Mesa ante el ICA.

#### **4.5.1 Proceso de comunicación y coordinación con el ICA para el Registro del Vivero**

El proceso de comunicación y orientación brindado por el ICA permitió la actualización del registro el Gualilo. Esta actualización incluye una ampliación de la variedad de especies nativas a propagar (Tabla 11) y la gestión de una segunda sede de propagación ubicada en la vereda Ucata del municipio de Tona más conocido como vivero Plan de Mesa

Esta actualización representa un gran aporte para el amb, ya que la inclusión y propagación de especies nativas de diferentes zonas de vida serán útiles para proyectos de restauración y enriquecimientos, lo que permite una mayor diversidad de opciones de material vegetal disponible.

Por otro lado, la incorporación de la segunda sede fortalecerá las capacidades operativas del amb, consolidándolo como un vivero enfocado para la propagación de especies de alta montaña, con condiciones adecuadas para garantizar el éxito en este tipo de especies

**Tabla 9**

*Especies para ampliación de registro*

<b>Vivero Plan de Mesa</b>		<b>Vivero El Gualilo</b>	
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Agraz	<i>Vaccinium floribundum</i>	Alcaparro	<i>Senna pistacifolia</i>
Arbusto tinto	<i>Cestrum cf. Buxifolium</i>	Almendro	<i>Terminalia catappa</i>
Charne o Angelito	<i>Bucquetia glutinosa</i>	Anaco o cámbulo	<i>Erythrina poeppigiana</i>
Chilco de páramo	<i>Baccharis prunifolia</i>	Angelino	<i>Platymiscium pinnatum</i>
Cubito de páramo	<i>Ternstroemia meridionalis</i>	Anime	<i>Protium apiculatum</i>
Dividivi de clima frío	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Arrayan	<i>Myrcia popayanensis</i>

<b>Vivero Plan de Mesa</b>		<b>Vivero El Gualilo</b>	
<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Encenillo	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Caoba, palo santo	<i>Swietenia macrophylla</i>
Espino de oro	<i>Berberis goudotii</i>	Caracolí	<i>Anacardium excelsium</i>
Frailejón	<i>Espeletia sp</i>	Carbonero	<i>Calliandra pittieri</i>
Guasco o zorro	<i>Ageratina asclepiadea</i>	Cedro	<i>Cedrela montana</i>
Mano de oso o yuco	<i>Oreopanax mutisianus</i>	Cedro amarillo, nauno.	<i>Albizia guachapele</i>
Miconia	<i>Miconia latifolia</i>	Ceiba bonga	<i>Ceiba pentandra</i>
Miconia	<i>Miconia summa</i>	Chaquiroy, romeron	<i>Retrophyllum rospigliosii</i>
Mortiño	<i>Hesperomeles</i>	Chachafruto, poroto	<i>Erythrina edulis</i>
Pegamosco	<i>Bejaria resinosa</i>	Chicalá chirlobirlo	<i>Tecoma stans</i>
Raque o campano	<i>Vallea stipularis</i>	Chilco	<i>Baccharis dracunculifolia</i>
Reventadera	<i>Pernettya prostrata</i>	Gallinero, chiminango	<i>Pithecellobium dulce</i>
Roble	<i>Quercus Humboldt</i>	Gualanday	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
Romero de páramo	<i>Diplostephium phylloides</i>	Guayacán de Manizales	<i>Lafoensia acuminata</i>
Sietecueros	<i>Tibouchina lepidota</i>	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>
Sietecueros, colorado	<i>Polylepis quadrijuga</i>	Mamon, mamoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i>
Silva-silva; granizo	<i>Hedyosmum luteynii</i>	Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>
Tuno	<i>Miconia salicifolia</i>	Moncoro, solera	<i>Cordia gerascanthus</i>
Uva camarona	<i>Macleania rupestris</i>	nogal cafetero	<i>Cordia alliodora</i>
Uva de anís	<i>Gaultheria sclerophylla</i>	Orejero, piñón	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Zarcillejo	<i>Centropogon ferrugineus</i>	Otobo, cuángare	<i>Dialyanthnera gracilipes</i>
		Palma maquenque	<i>Iriartea deltoidea</i>
		Resbalamono	<i>Bursera simaruba</i>
		Saman, campano	<i>Albizia saman</i>
		Sangre de cristo	<i>Columnea sanguinea</i>
		Sangregado	<i>Croton magdalenensis</i>
		Sauco	<i>Clathrotropis brunnea</i>
		Tachuelo, doncel	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>
		Urapan	<i>Fraxinus uhdei</i>
		Yatago, nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>

#### 4.5.2 Entrega de documentación

Se llevó a cabo la entrega de documentos de manera física y virtual (Apéndice M), los cuales incluyeron los documentos utilizados para el registro del vivero El Gualilo, así como los requeridos para su actualización (Tabla 12). A la fecha, se espera una respuesta por parte del ICA, la cual incluirá la visita de inspección y la emisión de una nueva resolución que contemple las modificaciones realizadas.

**Tabla 10**

*Documentación para la actualización del registro del vivero El Gualilo*

<b>Documento</b>	<b>Descripción</b>
Carta ICA	Solicitud formal dirigida al ICA para la actualización del registro del vivero El Gualilo
Informe General	Documento con la información detallada sobre cada especie a incluir en la propagación, ubicación exacta de la segunda sede Plan de Mesa y descripción del método de propagación.
Pagos	Pago correspondiente a 128.100 ante la entidad encargada para la actualización del registro
Envío	Organizar toda la documentación física relacionada con el registro del vivero El Gualilo y su respectiva actualización. Realizar los trámites correspondientes ante la

Documento	Descripción
	empresa y enviar los documentos a la autoridad competente

#### **4.6 Manejo del vivero El Gualilo para el mantenimiento del Registro ante el ICA y otras actividades de viveros**

Se realizaron actividades silviculturales para la correcta propagación de material vegetal y se apoyaron actividades de adecuación de infraestructuras tanto para el vivero El Gualilo como en viveros transitorios ubicados en los municipios de Charta, Surata y Tona.

##### **4.6.1 Actividades silviculturales**

Se brindó apoyo en la ejecución de diversas actividades silviculturales en el vivero El Gualilo, fundamentales para mantener el registro ante el ICA. Entre las tareas realizadas se incluyeron la propagación de material vegetal, recuperación de sustrato, reacondicionamiento de eras de crecimiento, deshierbe y riego, trasplante y retiro de material vegetal. Estas actividades fueron digitalizadas y registradas en los formatos proporcionados por el amb. (Apéndice N) con el fin de llevar un control detallado y garantizar la calidad, eficiencia y sostenibilidad en la producción de plantas dentro del vivero.

##### **4.6.2 Adecuaciones del Vivero**

En el área de crecimiento del vivero el Gualilo, se adecuó un área específica de 10m X 5m, con una estructura de techo de polisombra. Esta estructura proporciona el control de sombra necesario para crear un ambiente ideal de desarrollo de las plántulas.

Asimismo, se elaboró un presupuesto para dar continuidad a ciertas labores pendientes en la adecuación de la infraestructura del vivero El Gualilo. Estas mejoras se ejecutan anualmente para aumentar la productividad del vivero y evitar su deterioro (Apéndice O).

#### ***4.6.3 Diseño de viveros transitorios***

Se diseñaron dos viveros transitorios, uno en Charta (Apéndice P) y otro en Tona (Apéndice Q), con el objetivo de apoyar la producción de material vegetal en estas localidades. Además de participar en la construcción del vivero en Charta. Se elaboró un diseño adicional para ser presentado como proyecto de apoyo a la alcaldía de Suratá (Apéndice R), ampliando así el alcance de las iniciativas de reforestación y conservación de la región.

#### **4.7 Actividades adicionales**

Durante los seis meses de la práctica empresarial, se brindó apoyo significativo al Área de Conservación y Gestión Ambiental del amb en diversos proyectos y actividades. Algunas de las principales contribuciones incluyeron

Apoyo en actividades de georreferenciación de predios, y creación de planos de ubicación para definir los linderos de los predios del amb. Estas actividades son fundamentales no solo para prevenir posibles invasiones, sino también como herramienta clave para medición de áreas aproximadas para futuros proyectos. Se elaboraron un total de seis planos de ubicación, los cuales requirieron salidas de campo para precisar la información territorial en los predios del amb y garantizar el correcto desarrollo de las acciones (Apéndice S).

Se llevó a cabo el seguimiento de parcelas permanentes destinadas al monitoreo de la recuperación natural en áreas afectadas por causas naturales, (incendios). Este proceso incluyó la digitalización de los datos recolectados, lo que permitió un control riguroso y continuo del estado de regeneración natural de la vegetación. El seguimiento de estas parcelas ha mostrado resultados positivos, con una recuperación notable de gran parte del terreno y el rebrote de especies afectadas. Especies de las familias Poaceae (pajonales y chusques), Bromeliaceae (piñuelos) y Asteraceae (frailejones) han comenzado a crecer nuevamente. Sin embargo, una parte de los frailejones sobrevivientes han estado muriendo (Apéndice T).

Se participó en jornadas de plantación en diferentes áreas urbanas y rurales de área metropolitana, para cumplir con el programa de responsabilidad ambiental empresarial y respaldar proyectos de reforestación en colaboración con diferentes instituciones y empresas. Estas actividades facilitaron la integración de diversas identidades en la labor de enriquecer áreas de conservación y embellecer parques y espacios públicos, mediante la siembra de especies forestales y ornamentales (Apéndice U).

Acompañamiento en actividades de educación ambiental en diferentes instituciones. Estas iniciativas ofrecen beneficios significativos, ya que permiten enseñar de manera dinámica a niños de diferentes edades sobre la importancia de la educación ambiental, y las practicas adecuadas para la conservación del entorno (Apéndice V).

Durante los seis meses de práctica se acompañó al personal técnico del amb a los recorridos de vigilancia y control de los diferentes predios con los que cuenta la empresa, estos recorridos se hicieron por los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Tona, Charta, Matanza, Surata y California.

## **5. Conclusiones**

A lo largo del desarrollo de la práctica empresarial, se dio inicio al proceso de manejo y propagación de material vegetal de alta montaña y bosque altoandino. Las actividades realizadas no solo garantizaron la producción de plántulas en condiciones óptimas, sino que también aseguraron el cumplimiento de los estándares establecidos en el programa de responsabilidad ambiental empresarial del acueducto Metropolitano de Bucaramanga.

Se lograron llevar a cabo actividades de propagación que abarcan desde la recolección de semillas hasta la siembra y trasplante, cumpliendo con los protocolos y formatos establecidos por la empresa y el ICA. Esto garantizó un proceso adecuado y el cumplimiento de los estándares de calidad exigidos.

La experiencia adquirida en la normativa para el registro de viveros forestales me permitió conocer las opciones para lograr el registro del vivero plan de Mesa como propagador de material vegetal de alta montaña. Se decidió actualizar el registro actual del vivero El Gualilo y categorizar el vivero Plan de Mesa como una segunda sede de propagación. Esta estrategia fortalecerá aún más la variabilidad de especies a utilizar en proyectos de enriquecimientos en todas las áreas de jurisdicción del amb.

Se adelantaron las actividades técnicas y administrativas necesarias para la actualización del registro otorgado al acueducto en la Resolución N.º 00019225 de 2023, ampliando el número de especies a propagar en el vivero El Gualilo e incluyendo una segunda Sede, el vivero Plan de Mesa para la propagación de material vegetal. Este proceso incluyó la recopilación y sistematización de la documentación requerida, así como la implementación de mejoras en la infraestructura y gestión del vivero.

## **6. Recomendaciones**

Es fundamental continuar con los proyectos de investigación emprendidos por el amb, enfocados en la conservación y restauración de áreas degradadas. Además, es primordial compartir los resultados de estos proyectos con la comunidad y otras instituciones. Estos esfuerzos no solo contribuirán a la recuperación de ecosistemas críticos, sino que también generarán conocimientos valiosos que podrán aplicarse en otros contextos.

En el experimento realizado sobre la siembra de frailejones (Tabla 6), se sugiere que, para mejorar la supervivencia de los frailejones tras el trasplante, es más efectivo permitir un mayor desarrollo durante la fase de germinación antes de transferirlos directamente a las bolsas de crecimiento. Esta práctica facilitará un mejor desarrollo de las raíces, lo que contribuirá a un crecimiento más robusto y saludable de las plantas.

Es crucial dar a conocer, a través de medios informativos, el trabajo que realiza el amb en sus proyectos forestales. La comunicación efectiva sobre el impacto positivo de estos proyectos en el ecosistema puede fortalecer el reconocimiento público del amb como una entidad comprometida con la conservación.

### Referencias Bibliográficas

- Acosta, N. (2018). *Enfermedades en vivero forestal*. Guía para la identificación de enfermedades fúngicas en vivero forestal y pautas para su manejo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.
- Aguilera, M., Aldrete, A., Sánchez, J., Cibrián, D. & García, S. (2023). *Manual de buenas prácticas para el manejo de la salud de planta en viveros forestales*. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México.
- Bacca, P., Burbano L., & Moreno S. (2020). *Evaluation of pre-germination treatments on four native species of the High Andean Forest*. Revista de Ciencias Agrícolas.
- Basto, S., Moreno, C. & Barrera, J. (2018). Restauración ecológica en Áreas post-tala de especies exóticas en el parque Forestal Embalse del Neusa. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá Colombia.
- Bogotá Correal, K. (2020). Diseño de un vivero de plantas nativas en el municipio de Chipaque Cundinamarca en la finca la floresta, como base para el proceso de reforestación en el municipio. [Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniería Ambiental, Universidad Antonio Nariño]. <https://repositorio.uan.edu.co/items/74f47c7a-1408-4317-a294-2b05f3de355b>
- Bonilla, C., Pino, M., & Logroño, J. (2014). *Guía Técnica Manejo de viveros forestales*. Proyecto de desarrollo rural integral sostenible en la provincia de Chimborazo. Ecuador.

- Carrillo Rubio D.Z. (2023). Apoyo técnico al área de conservación y gestión ambiental del acueducto metropolitano de Bucaramanga amb S.A E.S. P. [Trabajo de Grado, Universidad Industrial De Santander- Sede Málaga]
- Cogollo, A., Velasco, P. & Manoslava, L. (2020). Caracterización funcional de plantas y su utilidad en la selección de especies para la restauración ecológica de ecosistemas altoandinos. *Biota Colombiana*, 21(1). Bogotá.  
<https://doi.org/10.21068/c2020.v21n01a01>.
- Estación meteorológica El Picacho. (2022). *Datos climáticos de la estación meteorológica El Picacho*. Acueducto Metropolitano de Bucaramanga amb S.A E.S. P
- García, S. (2019). *Fundamentos para el manejo de la salud de los viveros forestales*. Universidad Autónoma Chapingo. Mexico
- IDEAM. (2022). *Boletín de análisis climático y tendencias de precipitación*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.
- Jacobs, D., & Landis, T. (2014). *Plant Nutrition and Fertilization*. Tropical nursery manual a guide to starting and operating a nursery for native and traditional plants. United States Department of Agriculture
- Landis, T., & Wilkinson, K. (2014). *Water Quality and Irrigation*. Tropical nursery manual a guide to starting and operating a nursery for native and traditional plants (pp. 207- 231). United States Department of Agriculture.
- Leal Suárez, J. (2024). Recuperación y propagación de semillas de especies vegetales y rescate de plántulas para restauración ecológica en ecosistemas estratégicos de alta montaña y

páramo. [Proyecto proceso de conservación y gestión ambiental (CGA)]. Acueducto Metropolitano de Bucaramanga amb S.A E.S.P, Colombia.

Lopera, M., González, A., Pineda, A., Trujillo, A., Villegas, C., Medellín, D., Cabrera, D., Solorza, J., Monroy, J., Ocampo, K., Vásquez, M., Álvarez, M. y Borja, S. (2012). Servicios Ecosistémicos de Alta Montaña en Colombia y sus Alteraciones Frente al Cambio Climático. *Ecología y Cambio Climático en Ecosistemas de Alta Montaña en Colombia*. Bogotá, Colombia: Alcaldía.

Marín, C., & Parra, S. (2021). *Bitácora de flora. Guía visual de plantas de páramo. Segunda edición*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Martínez, L., Díaz, A., & Vargas, O. (2012). *Protocolo de propagación de plantas hidrófilas y manejo de viveros para la rehabilitación ecológica de los parques ecológicos distritales de humedal*. Universidad Nacional Alcaldía Mayor de Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. (12 de agosto del 2021). *Viveros, fabricas de vida y oxigeno que restauran los ecosistemas*. <https://www.minambiente.gov.co/viveros-fabricas-de-vida-y-oxigeno-que-restauran-los-ecosistemas-ministro-de-ambiente/>.

Mora, F., & Vargas, O. (2008). La restauración ecológica. Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nación de Colombia. Bogotá, Colombia.

Pérez, L., & Velasco, P. (2021). *Viveros de páramo para la restauración ecológica*. Proyecto páramos: Biodiversidad y Recursos Hídricos en los Andes del Norte-Unión Europea.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Quiceno, M., & Vásquez, A. (2017). *Viveros: una experiencia comunitaria en el páramo de Rabanal*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Resolución 00019225 del 2023 [Instituto Colombiano Agropecuario ICA]. Por medio de la cual se otorga el registro como productor y comercializador de material vegetal de propagación a la empresa Acueducto Metropolitano de Bucaramanga., propietario del Vivero El Gualilo. 22 de diciembre del 2023.

Resolución 0780006 de 2020 [Instituto Colombiano Agropecuario ICA]. Por medio de la cual se establecen los requisitos para el registro de viveros y/o huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación para la siembra en el país. 25 de noviembre de 2020

Rodríguez, R. (2010). *Manual de prácticas de viveros forestales*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo México C.D

Rojas, F. (2003). *Viveros Forestales*. Universidad Estatal a Distancia San José Costa Rica.

Squeo, F., Cepeda, J., Olivares, N., & Arroyo, M. (2006). *Interacciones ecológicas en la alta montaña del valle del Elqui*. Universidad de la Serena Chile.

Vargas, O. & Pérez, L. (2014). *Semillas de plantas de páramo: ecología y métodos de germinación aplicados a la restauración ecológica*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Vargas, O. (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*.

Grupo de Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá

Velasco, P., & Vargas, O. (2008). Problemática de los bosques altoandinos. Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nación de Colombia. Bogotá, Colombia.

Vera Barragán, D. (2019). Propuesta de un plan de manejo integral de plagas y enfermedades en el vivero agroforestal “La Represa”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, cantón Quevedo, provincia de los Ríos. [Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3758/1/T-UTEQ-0085.pdf>

## Apéndices

### Apéndice A

#### *Recolección de semillas*



### Apéndice B

#### *Área de secado de semillas*



### Apéndice C

#### *Limpieza de semillas*



### Apéndice D

#### *Desinfección del sustrato*



### Apéndice E

#### *Tratamiento pregerminativo*



**Apéndice F**

*Siembra especies nativas*



**Apéndice G**

*Trasplante especies nativas*



**Apéndice H**

*Siembra por propagación asexual*



### Apéndice I

#### Formato actividades silviculturales vivero Plan de Mesa

NA		FORMATO ACTIVIDADES SILVICULTURALES- VIVEROS DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA amb S.A ESP															amb			
F CGA 705-012		PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL																		
REV:0		VIVERO: Plan de mesa																		
FECHA		UBICACIÓN: Berlin, Santander															RESPONSABLE:			
DD/MM/AA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	OTRO	N. ACTIVIDAD
9/4/2024	X					X			X	X								X	Aislamiento	A. Preparación de sustrato
10/4/2024	X								X	X									Cercado	B. Desinfección de sustrato
11/4/2024	X								X							X	X	X		C. Llenado de bolsas
12/4/2024									X	X						X	X	X	Cercado	D. Acondicionamiento de eras germinadoras
15/4/2024									X							X	X	X		E. Acondicionamiento de eras de crecimiento
16/4/2024									X							X	X	X		F. Preparación de semillas
17/4/2024									X							X	X	X	Ahoyado	G. Siembra
18/4/2024									X							X	X	X		H. Resiembra
19/4/2024									X							X	X	X		I. Trasplante
22/4/2024									X							X	X	X		J. Riego
23/4/2024									X							X	X	X		K. Fertilización
24/4/2024									X							X	X	X		L. Podas de formación
25/4/2024									X							X	X	X		M. Aplicación de plaguicidas
26/4/2024						X			X							X	X	X		N. Deshierbe
27/4/2024								X	X							X	X	X		O. Limpieza general
29/4/2024									X							X	X	X		P. Control de sombra
30/4/2024									X							X	X	X		Q. Revisión de plantulas
2/5/2024									X							X	X	X		R. Supervisión general
3/5/2024									X							X	X	X		
6/5/2024									X							X	X	X		
7/5/2024									X					X	X	X	X	X		
8/5/2024									X							X	X	X		
9/5/2024									X							X	X	X		
10/5/2024	X	X		X		X	X		X							X	X	X		
14/5/2024									X							X	X	X		
15/5/2024									X							X	X	X		
16/5/2024									X							X	X	X		
17/5/2024									X							X	X	X		
18/5/2024									X							X	X	X		
20/5/2024									X							X	X	X		
21/5/2024									X							X	X	X		
22/5/2024									X							X	X	X		


### Apéndice J


#### Formato de recolección de semillas


NA		FORMATO COLECTA DE SEMILLA - VIVEROS DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA amb S.A ESP															amb	
F CGA 705-015		PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL																
Rev: 0		PREDIO:																
FECHA		UBICACIÓN					RESPONSABLES:											
DD/MM/AA	VEREDA:	MUNICIPIO:			FECHA:													
Fecha DD/MM/AA	ID FUENTE SEMILLERA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	MATERIAL COLECTADO		ZONA DE VIDA	ALTITUD	COORDENADAS										
				CANT. SEMILLAS	CANT. PLANTULAS													
7/4/2024	Cadillal	Espino de oro	<i>Berberis goudotii</i>			Sub-paramo	3017	7.1378	-72.9598									
7/4/2024	Cadillal	Cubito de paramo	<i>Temstroemia meridionalis</i>			Sub-paramo	3061	7.1398	-72.96087									
7/4/2024	Potrerito	Reventadora o Uva de diablo	<i>Pernettya prostrata</i>			Sub-paramo	3006	7.146	-72.9613									
7/4/2024	San Antonio	Miconia	<i>Miconia summa</i>			Sub-paramo	3061	7.1398	-72.96087									
7/4/2024	Potrerito	Romero de paramo	<i>Diplostephium eriophorum</i>			Sub-paramo	3017	7.1378	-72.9598									
16/5/2024	Potrerito	Agraz	<i>Vaccinium floribundum</i>			Sub-paramo	3412	7.1138	-72.9741									
7/4/2024	Plan de Mesa	Mortño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>			Sub-paramo	2947	7.146	-72.9613									
16/5/2024	Potrerito	Gaque	<i>Clusia multiflora</i>			Sub-paramo	3337	7.1142	-72.9745									
16/5/2024	Roblal	Roble de paramo	<i>Quercus humboldtii</i>			Sub-paramo	3337	7.1142	-72.9745									
16/5/2024	San antonio	Colorado o Siete cueros	<i>Polylepsis quadriflora</i>			Sub-paramo	2947	7.146	-72.9613									
16/5/2024	San antonio	Cucharero espadero	<i>Myrsine coniaceae</i>			Sub-paramo	3244	7.1334	-73.0885									
16/5/2024	Roblal	Acacia negra	<i>Acacia decurrens</i>			Sub-paramo	3337	7.1142	-72.9745									
7/4/2024	Plan de mesa	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>			Sub-paramo	3006	7.146	-72.9613									
16/5/2024	Potrerito	Pegamosca	<i>Bejaria resinosa</i>			Sub-paramo	3337	7.1142	-72.9745									
19/5/2024	Potrerito	Uva de anis o totiadora	<i>Gaultheria sclerophylla</i>			Sub-paramo	3006	7.146	-72.9613									
16/5/2024	San antonio	Charne o angelito	<i>Bucquetia glutinosa</i>			Sub-paramo	3244	7.1334	-73.0885									
6/2/2024	Plan de mesa	Frailejon	<i>Espeletia grandiflora</i>			Sub-paramo	3300	7.1137	-72.9737									
13/6/2024	Plan de mesa	Frailejon	<i>Espeletia grandiflora</i>			Sub-paramo	3300	7.1137	-72.9737									
23/2/2024	Vivito	Frailejon	<i>Espeletia santanderensis</i>			Sub-paramo												
13/6/2024	Plan de mesa	Frailejon	<i>Espeletia sp</i>			Sub-paramo												
11/7/2024	Colegio berlin	Frailejon	<i>Espeletia sp</i>			Sub-paramo												


## Apéndice K

### Formato control de germinación

NA		FORMATO CONTROL DE GERMINACION DE PLANTULAS- VIVEROS DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA amb S.A.E.S.P					
FCGA705-020							
Rev: 0							
PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL							
Nombre Común: Espino de oro		Tratamiento pregerminativo: Choque termico (15s)			Cant semilla (g): 5		
Nombre Científico: <i>Berberis verticillata</i>		Tipo de sustrato: Tierra negra			Cant semilla (g/unid): 200		
Familia: Berberidaceae		Tipo de semilla:					
Vivero: Plan de mesa		Ubicación:			Responsable:		
Fecha de siembra DD/MM/AA	Fecha de germinación DD/MM/AA	Nº Semillas germinadas	Porcentaje de Germinación (%)	Porcentaje de mortalidad (%)	Tiempo total Germinación	Observaciones	
10/5/2024	25/7/2024	150	75%		Dos meses y medio		

NA		FORMATO CONTROL DE GERMINACION DE PLANTULAS- VIVEROS DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA amb S.A.E.S.P					
FCGA705-020							
Rev: 0							
PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL							
Nombre Común: Romero de paramo		Tratamiento pregerminativo: Ninguno			Cant semilla (g): 3		
Nombre Científico: <i>Diplostephium cinerascens</i>		Tipo de sustrato: Tierra negra			Cant semilla (g/unid): 300		
Familia: Asteraceae		Tipo de semilla:					
Vivero: Plan de mesa		Ubicación:			Responsable:		
Fecha de siembra DD/MM/AA	Fecha de germinación DD/MM/AA	Nº Semillas germinadas	Porcentaje de Germinación (%)	Porcentaje de mortalidad (%)	Tiempo total Germinación	Observaciones	
10/5/2024	26/6/2024	250	83%		Un meses y medio		

NA		FORMATO CONTROL DE GERMINACION DE PLANTULAS- VIVEROS DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA amb S.A.E.S.P					
FCGA705-020							
Rev: 0							
PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL							
Nombre Común: Miconia		Tratamiento pregerminativo: Choque termico (30s)			Cant semilla (g): 2		
Nombre Científico: <i>Miconia summa</i>		Tipo de sustrato: Tierra negra			Cant semilla (g/unid): 350		
Familia: Melastomataceae		Tipo de semilla:					
Vivero: Plan de mesa		Ubicación:			Responsable:		
Fecha de siembra DD/MM/AA	Fecha de germinación DD/MM/AA	Nº Semillas germinadas	Porcentaje de Germinación (%)	Porcentaje de mortalidad (%)	Tiempo total Germinación	Observaciones	
10/5/2024	26/6/2024	180	51%		Un meses y medio		

NA		FORMATO CONTROL DE GERMINACION DE PLANTULAS- VIVEROS DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA amb S.A.E.S.P					
FCGA705-020							
Rev: 0							
PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL							
Nombre Común: Uvo del diablo o reventadora		Tratamiento pregerminativo: Choque termico (15s)			Cant semilla (g): 2		
Nombre Científico: <i>Pernettya prostrata</i>		Tipo de sustrato: Tierra negra			Cant semilla (g/unid): 300		
Familia: Ericaceae		Tipo de semilla:					
Vivero: Plan de mesa		Ubicación:			Responsable:		
Fecha de siembra DD/MM/AA	Fecha de germinación DD/MM/AA	Nº Semillas germinadas	Porcentaje de Germinación (%)	Porcentaje de mortalidad (%)	Tiempo total Germinación	Observaciones	
10/5/2024	26/6/2024	180	46%		Un meses y medio		

## Apéndice L

### Adecuaciones cerco perimetral



## Apéndice M

### *Radicado de la documentación enviada*

**Acueducto Metropolitano de Bucaramanga S.A. E.S.P.**  
**2024**  
**28/08/2024**

Ingeniera

**SULAY STELLA DOTOR PLATA**

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)

e-mail: [sulay\\_dotor@ica.gov.co](mailto:sulay_dotor@ica.gov.co)

Bucaramanga.

**Asunto:** Entrega de documentación para el registro del vivero El Gualilo Resolución No 00019225 ICA y documentos complementarios para la ampliación de Resolución No 00019225 ICA "especies Forestales" Vivero El Gualilo y Sede "Plan de Mesa"


Por medio de la presente, me permito enviar la documentación requerida para el registro del vivero el Gualilo, propiedad del ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA amb SA ESP, conforme a la Resolución No 00019225 del año 2023 emitida por el Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Adicionalmente, se incluye la documentación complementaria para la ampliación de la Resolución mencionada, en lo referente a "especies Forestales" para el vivero El Gualilo y la nueva sede en "Plan de Mesa"

La documentación adjunta es la siguiente:

- Copia de la resolución No 00019225 del año 2023
- Nombre o razón social, teléfono, correo electrónico y dirección del vivero
- Certificado de existencia y representación legal
- Informe de los grupos vegetales y especie a producir
- Croquis detallado del vivero
- Informe sobre la capacidad de producción y comercialización por especie
- Informe sobre los procesos generales de producción del material vegetal
- Certificado de tradición
- Certificado del uso de suelo
- Documento que acredita la asistencia técnica en el vivero
- Certificado para la autorización al acceso a las semillas y plantines de regeneración natural dictaminado por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB
- Carta solicitando la ampliación de la Resolución No 00019225 ICA de año 2023
- Informe complementario para la actualización del registro del vivero El Gualilo ante el ICA
- Copia de la factura ICA con el pago de la tarifa correspondiente

**Apéndice N**

*Formato actividades silviculturales vivero El Gualilo*

NA		FORMATO ACTIVIDADES SILVICULTURALES- VIVEROS DEL ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA amb S.A ESP																		
F CGA 705-012		PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL																		
REV:0		UBICACION: Bucaramanga, Santander										RESPONSABLE:								
VIVERO: El Gualilo																				
FECHA		N. ACTIVIDAD																		
DDMM/AA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	OTRO	
27/2/2024					X					X									X	A. Preparacion de sustrato
31/2/2024						X				X										B.Desinfeccion de sustrato
5/2/2024							X			X					X					C. Llenado de bolsas
9/2/2024										X				X						D.Acondicionamiento de eras germ
12/2/2024										X								X		E. Acondicionamiento de eras de c
15/2/2024								X		X				X						F.Preparacion de semillas
16/2/2024										X										G. Siembra
19/2/2024										X									X	H. Resiembra
19/2/2024								X		X									X	I. Trasplante
22/2/2024										X									X	J.Riego
25/2/2024										X										K.Fertilizacion
26/2/2024										X										L. Podas de formacion
29/2/2024					X		X	X		X				X		X				M. Aplicación de plaguicidas
30/2/2024							X							X	X			X		N. Deshierbe
31/2/2024															X				X	O Limpieza general
																				P. Control de sombra
																				Q.Revision de plantulas
																				R.Supervisión general
<b>Febrero</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>	<b>K</b>	<b>L</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>P</b>	<b>Q</b>	<b>R</b>	<b>OTRO</b>	
1/2/2024										X									X	A. Preparacion de sustrato
2/2/2024					X					X				X						B.Desinfeccion de sustrato
5/2/2024							X			X				X				X		C. Llenado de bolsas
8/2/2024				X				X	X				X	X			X	X		D.Acondicionamiento de eras germ
9/2/2024					X					X				X						E. Acondicionamiento de eras de c
12/2/2024					X					X				X						F.Preparacion de semillas
14/2/2024										X										G. Siembra
15/2/2024										X								X	X	H. Resiembra
16/2/2024										X										I. Trasplante
19/2/2024					X					X									X	J.Riego
20/2/2024					X									X						K.Fertilizacion
21/2/2024				X					X					X		X	X			L. Podas de formacion
22/2/2024												X			X				X	M. Aplicación de plaguicidas
23/2/2024													X						X	N. Deshierbe
26/2/2024													X	X				X	X	O Limpieza general
28/2/2024					X													X	X	P. Control de sombra
29/2/2024															X				X	Q.Revision de plantulas
																				R.Supervisión general

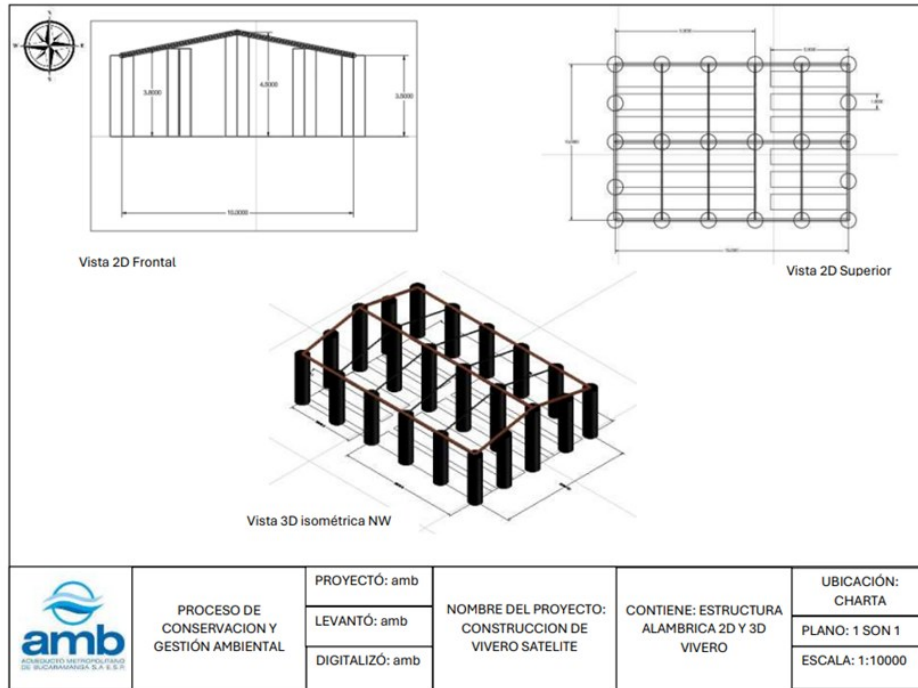
Apéndice O

Presupuesto adecuación vivero el Gualilo

ACUEDUCTO METROPOLITANO DE BUCARAMANGA S.A E.S.P						COTIZACION		
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						FECHA		ago-24
OBRA: CONSTRUCCION INFRAESTRUCTURA EL GUALILO								
Actividad	Descripción	Item	Materiales	Unidad	Cantidad	Tiempo (día)	Valor unit	Valor total
Adaptacion puerta	Puerta de 60 cm de ancho X 1,85 m de altura de obra izquierda	1	Puerta	unidad	1		\$ 500,000	\$ 500,000
		2	Cerrosjos	unidad	2		\$ 40,000	\$ 80,000
Mano de obra				personal	2	1	\$ 50,000	\$ 100,000
Herramientas	Herramientas 5 % M.O							
<b>Sub total</b>								<b>\$ 680,000</b>
Construccion caja de inspeccion Aguas Negras	Tuberias para aguas negras de 3" cvp con su respectivo filtro	3	Tuberia	metros	18		\$ 15,000	\$ 270,000
		4	Geotextil NT 2000	metros cuadrado	7		\$ 12,000	\$ 84,000
		5	Triturado	bulto	12		\$ 100,000	\$ 1,200,000
Mano de obra				personal	2	6	\$ 50,000	\$ 600,000
Herramientas	Herramientas 5 % M.O							
<b>Sub total</b>								<b>\$ 2,154,000</b>
Postura de sanitario y enchape	Area de enchape 12m pared y 3 m piso	6	Cemento	Bulto	1/2		\$ 35,000	\$ 17,500
		7	Arena	bulto	1/2		\$ 80,000	\$ 40,000
			Enchape	metros	15		\$ -	\$ -
Mano de obra				personal	2	1	\$ 50,000	\$ 100,000
Herramientas	Herramientas 5 % M.O							
<b>Sub total</b>								<b>\$ 157,500</b>
Pavimentacion patio	Area a pavimentar 15 m2 con un espesor de 10 cm	8	Concreto	metro cubico	1.5		\$ 400,000	\$ 600,000
		9	Malla electrosoldada	metro cuadrado	15		\$ 35,000	\$ 525,000
				personal	2	7	\$ 50,000	\$ 700,000
Mano de obra								
Herramientas	Herramientas 5 % M.O							
<b>Sub total</b>								<b>\$ 1,825,000</b>
Acabado de baño	Se requiere frisar 5 m y pintar la fachada	10	Cemento	bulto	1		\$ 35,000	\$ 35,000
		11	Arena	bulto	1		\$ 80,000	\$ 80,000
		12	Pintura	galones	2		\$ 120,000	\$ 240,000
Mano de obra				personal	1	2	\$ 50,000	\$ 100,000
Herramientas	Herramientas 5 % M.O							
<b>Sub total</b>								<b>\$ 455,000</b>
Instalacion electrica	La instalacion sera para 4 puntos de acceso	13	Panel solar 500 w/w	unidad	1		\$ 550,000	\$ 550,000
Mano de obra				personal	1	1	\$ 50,000	\$ 50,000
Herramientas	Herramientas 5 % M.O							
<b>Sub total</b>								<b>\$ 600,000</b>
Construccion dos columnas para tanque de agua	Dimensiones de 3m de alto X 1,4 m de ancho	14	Varilla 1/2"	unidad	18		\$ 30,000	\$ 540,000
		15	Varilla 3mm	unidad	8		\$ 15,000	\$ 120,000
		16	Alambre negro	kg	4		\$ 6,000	\$ 24,000
		17	Concreto	metro cubico	2		\$ 400,000	\$ 800,000
		20	Formaleta	unidad	1		\$ -	\$ -
Mano de obra				personal	2	8	\$ 50,000	\$ 800,000
Herramientas	Herramientas 5 % M.O							
<b>Sub total</b>								<b>\$ 2,284,000</b>
Embellecimientos caminos vivero			Triturado	Bulto	40		\$ 100,000	\$ 4,000,000
Mano de obra				personal	1	1	\$ 50,000	\$ 50,000
Herramientas	Herramientas 5 % M.O							
<b>Sub total</b>								<b>\$ 4,050,000</b>
Transporte de materiales			Camioneta	Unidad	1	3	\$ 400,000	\$ 1,200,000
<b>Total general</b>								<b>\$ 13,405,500</b>

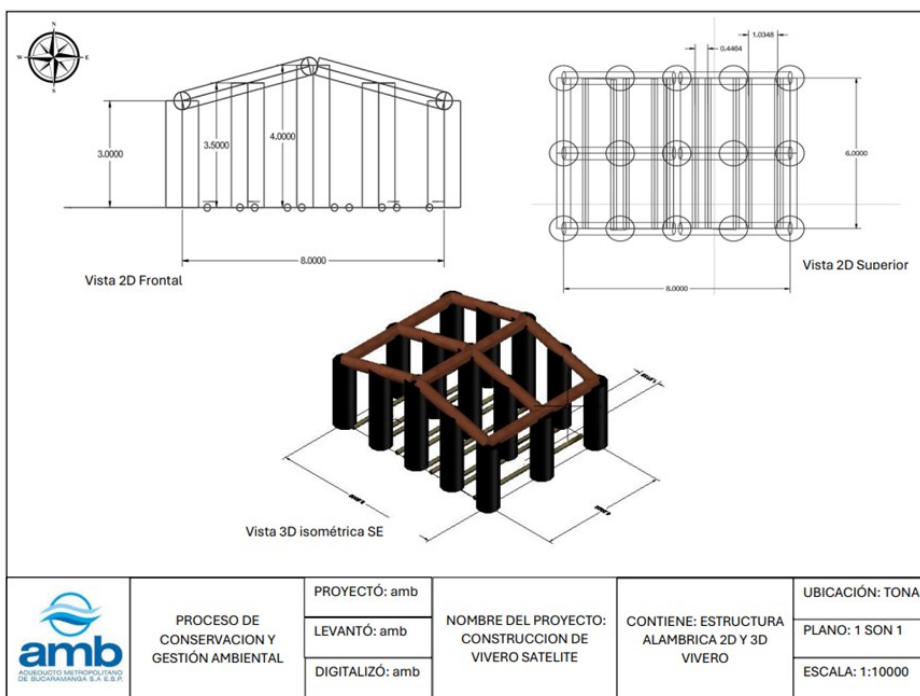
**Apéndice P**

*Diseño vivero Charta*



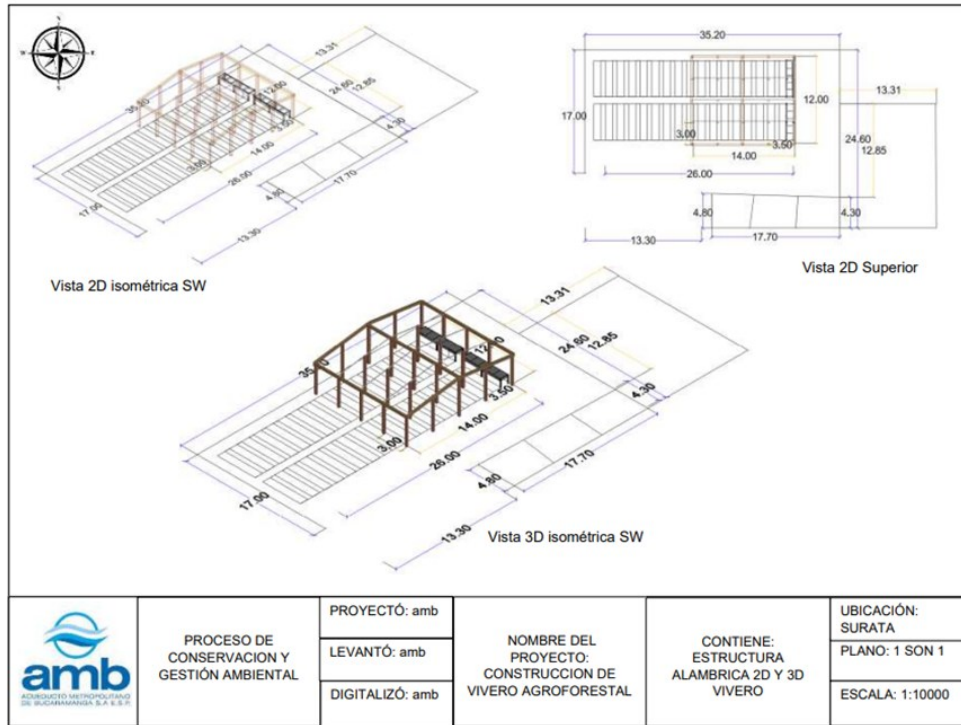
**Apéndice Q**

*Diseño vivero Tona*



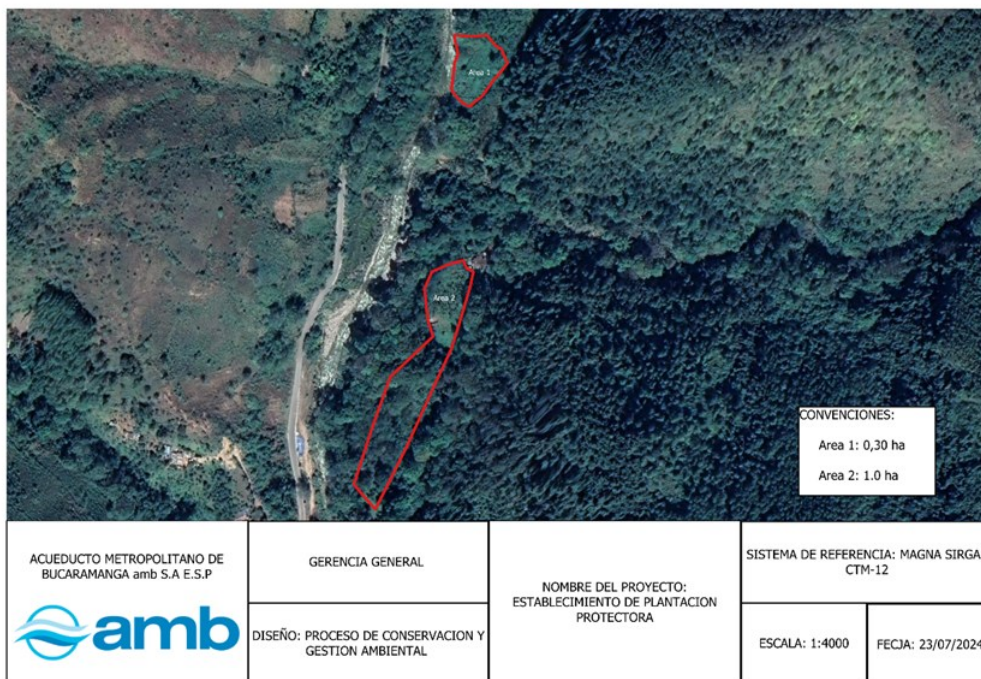
**Apéndice R**

*Diseño vivero surata*




**Apéndice S**

*Planos de ubicación*



**Apéndice T**

*Digitalización parcelas de seguimiento área afectada*

SEGUIMIENTO REGERACION NATURAL					
PROCESO DE CONSERVACION Y GESTION AMBIENTAL					
Nº PARCELA	FECHA: DD/MM/AA	ESTADO VIGOR			OBSERVACIONES
		B	R	M	
1	20/2/2024			X	Se observa que el terreno está bastante seco. Todos los frailejones se mantienen vivos. Los arbustos de flor morada están mostrando un crecimiento constante. Por otro lado, no se presentan cambios en los piñuelos y en el crecimiento de los pastos.
2	20/2/2024			X	Los frailejones se encuentran en buen estado, aunque no se observan rebrotes en ellos. Por otro lado, tanto los pajonales como los pastos están mostrando indicios de rebrotes y crecimiento. Sin embargo, los arbustos y las piñuelas no presentan cambios significativos en su estado.
3	20/2/2024			X	Todos los frailejones se encuentran vivos. Los piñuelos y pajonales están empezando a crecer, mostrando brotes de hojas nuevas. Sin embargo, los árboles y arbustos no presentan ningún cambio aparente en su estado
1	27/2/2024			X	Todos los frailejones vivos se adaptaron y están en constante crecimiento. Los pastos, piñuelas, arbustos (flor morada) se encuentran en las mismas condiciones sin cambios
2	27/2/2024			X	Se encontró un frailejón muerto, sin embargo, los demás se encuentran en buenas condiciones y muestran una mejora constante. Los pastos, arbustos y piñuelas se mantienen en las mismas condiciones, sin cambios aparentes. En cuanto a los pajonales, han comenzado a rebrotar, mostrando signos de regeneración.
3	27/2/2024			X	Se encontró un frailejón muerto, pero los demás se encuentran en excelentes condiciones. Las piñuelas están empezando a recuperarse, reverdeciendo y mostrando signos de regeneración. Además, se observa un aumento en la regeneración de pastos. Por otro lado, los árboles grandes no han experimentado cambios en sus condiciones.
1	14/3/2024		X		Se encontró un frailejón muerto. Los demás se encuentran evolucionando correctamente y adaptándose a las condiciones. Las piñuelas se encuentran en las mismas condiciones. Se observa crecimiento de pastos.
2	14/3/2024		X		Se encontró un frailejón muerto. Los demás se encuentran evolucionando y adaptándose a las condiciones. Las piñuelas y los pajonales no respondieron al cambio drástico del ecosistema, muy poco rebrote.
3	14/3/2024		X		Todos los frailejones vivos están prosperando, y el crecimiento de los pastos muestra un buen rendimiento. Las piñuelas se encuentran en las mismas condiciones, mientras que el arbusto (flor morada) mejora un poco más.
1	4/4/2024		X		Se evidencia una evolución positiva en los frailejones y los pastos, ya que han aumentado su tamaño notablemente. Sin embargo, no se ha observado un avance significativo en el crecimiento de los piñuelos. Además, se han identificado nuevas especies herbáceas de tonalidad roja, así como rebrotes de arbustos también de color rojo. Cabe destacar que no se ha registrado rebrote alguno de frailejones durante el período de observación.
2	4/4/2024		X		Durante el relevamiento, se ha notado un aumento significativo en la cantidad de pastos presentes en la zona. Aunque los arbustos aún no muestran signos de rebrote, se ha observado un notable crecimiento en los pajonales y chusques. Además, se han identificado rebrotes en varias áreas del terreno. Los frailejones han alcanzado un tamaño mayor en comparación con observaciones anteriores. Es importante destacar que no se ha registrado presencia de mortalidad en la zona estudiada. Por último, se ha observado un mayor crecimiento en los piñuelos durante este período de seguimiento.
3	4/4/2024		X		Durante el análisis, se ha notado un incremento en el tamaño de los piñuelos, así como la presencia de rebrotes en algunos arbustos. Se han identificado dos especies distintas de arbustos en el área estudiada. Además, se ha observado un aumento en la cantidad de pastos y algunas hierbas en la región. También se han identificado rebrotes de helechos. Respecto a los frailejones, se encontró uno sin vida, mientras que los demás están sanos. Además, se ha notado la presencia de frailejones rebrotando en la zona.

**Apéndice U**

*Apoyo en jornadas de plantación de árboles.*



**Apéndice V**

*Actividades educación ambiental*

