

Proyecto: formulación de un proyecto con metodología de marco lógico para el diseño de un vivero de especies vegetales del páramo Santurbán - Berlín, Santander, Colombia

Ricardo Villalba Bernal

Hugo Orlando Angarita Rodríguez

Trabajo de grado para optar el título de Magister en Dirección y Gestión de Proyectos

Director

Ing. MSc. Alix Yusara Contreras Gómez

Magíster en Ingeniería Ambiental

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Maestría en Dirección y Gestión de Proyectos

2025

Dedicatoria

Dedico a mis hijas, Anny Cristina, Ilse Milena y Natalia Isabel, mi mayor inspiración, que este camino del aprendizaje, sea un ejemplo de perseverancia y amor, como una guía hacia un futuro promisorio.

Ricardo Villalba Bernal

Dedico a mis hijas, Ivett y Angie. Gracias por ser mis mayores motivadoras. Con todo mi amor y gratitud,

Hugo Orlando Angarita Rodríguez

Agradecimientos

Agradecemos a la CDMB, en especial a la Dirección General, con el liderazgo del Dr. Juan Carlos Reyes Nova, a la Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio y Subdirección de Gestión de la Oferta Ambiental, dependencias que contribuyeron significativamente al desarrollo del trabajo, y facilitaron aspectos logísticos y técnicos, así como también tiempos laborales y transporte para la visita a instalaciones de predios y viveros de propiedad de la institución, que aportaron al análisis y proyección de acciones para poder consolidar la estructuración de la propuesta.

Contenido

Introducción	24
1. Aspectos contextuales	27
1.1 Planteamiento del problema	27
2. Objetivos	29
2.1 Objetivo general	29
2.2 Objetivos específicos	30
3. Descripción institucional	30
3.1 Naturaleza jurídica	31
3.2 Órganos de dirección y administración	31
3.3 La Asamblea Corporativa	31
3.4 Consejo Directivo	32
3.5 Misión	32
3.6 Visión	33
4. Revisión técnica de la propuesta	33
5. Marco referencial	34
5.1 Marco teórico	34
5.2 Marco conceptual	36
5.2.1 Conservación de biodiversidad en páramos	36
5.2.2 Restauración ecológica	37
5.2.3 Metodología de Marco Lógico	37
5.2.4 Participación comunitaria y capacitación	37
5.2.5 Gestión sostenible de recursos naturales	38

5.3	Marco legal	38
5.3.1	Constitución Política de Colombia	38
5.3.2	Ley 99 de 1993	38
5.3.3	Decreto 1791 de 1996	39
5.3.4	Decreto 1076 de 2015 (Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible)	39
5.3.5	Ley 1930 de 2018	39
5.3.6	La Resolución 2090 de 2014	39
5.3.7	Sentencia T - 361 de 2017	40
5.3.8	Resolución 1851 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	40
5.3.9	Resolución 0627 de 2006 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	40
5.3.10	Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: ...	40
5.3.11	Decreto 2372 de 2010	41
5.3.12	Acuerdo 001 de 2019 del Consejo Directivo de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)	41
5.3.13	La Resolución No. 0780006 del 25 de noviembre del año 2020	41
5.4	Estado del arte	42
6.	Análisis de interesados -involucrados	44
6.1	6.1 Identificación de Interesados	44
6.2	Clasificación y caracterización	46
6.3	Priorización de actores interesados	46
7.	Análisis del problema	48
7.1	Identificación del problema central	48

7.2	Causas y efectos del problema central	49
7.3	Causas (raíces del árbol)	49
7.3.1	Falta de conocimiento específico sobre la biología y necesidades de germinación y propagación de especies de páramo	49
7.3.2	Escasez de recursos financieros y técnicos	49
7.3.3	Dificultad de replicar condiciones ambientales del páramo en vivero	49
7.3.4	Falta de coordinación y apoyo institucional	50
7.4	Efectos (ramas del árbol)	50
7.4.1	Pérdida progresiva de biodiversidad en el páramo	50
7.4.2	Disminución de los servicios ecosistémicos del páramo	50
7.4.3	Incremento de la vulnerabilidad del ecosistema ante el cambio climático	50
7.4.4	Desconfianza y menor cohesión social hacia proyectos de conservación	50
7.5	Representación Visual del Árbol de Problemas	51
7.6	Análisis integral del problema	51
7.6.1	Abordar las causas	51
7.6.2	Mitigación de los efectos	52
8.	Análisis de objetivos	52
8.1	Objetivo principal (transformación del problema central)	53
8.2	Análisis integral del árbol de objetivos	56
9.	Análisis de alternativas	57
9.1	Identificación de alternativas	57
9.1.1	Alternativa 1: implementación de un vivero básico con recursos limitados	57

9.1.2	Alternativa 2: vivero de mediana complejidad con apoyo técnico y financiero externo	58
9.1.3	Alternativa 3: vivero avanzado de alta complejidad con simulación completa de condiciones de páramo	60
9.1.4	Alternativa 4: vivero comunitario y educativo con enfoque en sostenibilidad social	61
9.1.5	Conclusión	62
9.2	Evaluación de alternativas	63
9.2.1	Tamaño	63
9.2.2	Localización	65
9.2.3	Mercado	66
9.2.4	Técnico	67
9.2.5	Financiero	69
9.2.6	Análisis Ambiental	70
9.2.7	Análisis jurídico	71
9.2.8	Conclusión	72
9.3	Selección de la alternativa de solución	73
9.3.1	Pertinencia	73
9.3.2	Eficiencia	74
9.3.3	Eficacia	74
9.3.4	Evaluación de riesgos y factores externos	75
9.4	Conclusiones	75
10.	Construcción del modelo analítico del proyecto	75

10.1	Estructura Analítica del Proyecto (EAP)	76
10.1.1	Definición del proyecto	76
10.1.2	Planificación inicial	76
10.1.3	Establecimiento de equipo de proyecto	76
10.1.4	Planificación y diseño	77
10.1.5	Estudio de viabilidad	77
10.1.6	Diseño conceptual del vivero	77
10.1.7	Desarrollo del plan de gestión	77
10.1.8	Construcción del vivero	77
10.1.9	Construcción de infraestructura	78
10.1.10	Capacitación del personal	78
10.1.11	Implementación operativa (fase posterior al diseño-no es objeto de este proyecto)	78
10.1.12	Manejo de la producción	78
10.1.13	Mantenimiento de infraestructura	78
10.1.14	Monitoreo y control	78
10.1.15	Evaluación de Impacto Ambiental	79
10.1.16	Comercialización y/o distribución	79
10.1.17	Desarrollo de estrategia de mercado	79
10.1.18	Alianzas y convenios	79
10.1.19	Distribución de especies	80
10.1.20	Cierre del proyecto	80
10.1.21	Revisión final	80

10.1.22	Documentación y lecciones aprendidas	80
10.1.23	Cierre administrativo	80
10.2	Matriz de Marco Lógico	81
10.2.1	Explicación de la matriz	82
10.3	Resumen narrativo	84
10.3.1	Fin	84
10.3.2	Propósito	84
10.3.3	Componentes o productos	84
10.4	Indicadores	85
10.4.1	Indicadores para el fin: restauración ecológica del páramo de Santurbán	85
10.4.2	Indicadores para el propósito: vivero sostenible para la producción y distribución de especies nativas	86
10.4.3	Indicadores para los componentes (productos)	87
10.4.4	Indicadores para las actividades	88
10.5	Medios de verificación	89
10.6	Supuestos	93
11.	Recursos humanos, materiales y económicos	96
11.1	Recursos humanos	97
11.1.1	Personal técnico	97
11.1.2	Personal administrativo:	97
11.1.3	Colaboradores externos	98
11.2	Recursos materiales	98
11.2.1	Infraestructura y Equipos	98

11.2.2	Herramientas agrícolas	98
11.2.3	Tecnología	99
11.3	Recursos económicos	99
11.3.1	Costos iniciales	99
11.3.2	Costos operativos	100
11.3.3	Costos de monitoreo y evaluación	100
11.3.4	Fondo para riesgos y contingencias	100
12.	Cronograma del proyecto vivero de especies del páramo de Santurbán	100
12.1	Actividades y entregables	101
12.1.1	Fase 1: planificación del proyecto	101
12.1.2	Fase 2: diseño de infraestructura	101
12.1.3	Fase 3: diseño producción de especies	102
12.1.4	Fase 4: capacitación sobre manejo de viveros y cuidados de especies	102
12.2	Cronograma de actividades	102
12.3	Evaluación de progreso y ajustes	103
13.	Difusión y comunicación - Plan de difusión y comunicación del proyecto vivero de especies del páramo de Santurbán	103
13.1	Objetivos del plan de difusión y comunicación	103
13.2	Estrategias de comunicación	104
13.2.1	Canales de comunicación	104
13.3	Contenidos clave de la comunicación	106
13.4	Evaluación del plan de comunicación	106

14.	Método mediante el cual se realizará la evaluación de los resultados de la implementación	107
14.1	Objetivos de la evaluación de resultados	107
14.2	Criterios de evaluación	108
14.2.1	Criterios ambientales	108
14.2.2	Criterios sociales	108
14.2.3	Criterios técnicos	109
14.2.4	Criterios financieros	109
14.3	Métodos y herramientas de evaluación	109
14.3.1	Indicadores cuantitativos	109
14.3.2	Indicadores cualitativos	110
14.3.3	Herramientas de monitoreo	110
14.4	Cronograma de evaluación	110
14.5	Informe Final de Evaluación	111
15.	Resultados	111
15.1	Entregable 1. Documento selección de al menos diez especies nativas del páramo de Santurbán - Berlín, y propuesta de los correspondientes protocolos de propagación y manejo	111
15.1.1	Presentación	111
15.1.2	Flora del páramo de Santurbán – Berlín	113
15.1.3	Selección de las especies a considerar para la reproducción en viveros	124
15.1.4	Descripción de la especies y aspectos de propagación o protocolos de manejo ...	124

15.2	Entregable 2. Documento: Localización del vivero de páramo y diseño de la infraestructura y tecnología de operación	149
15.2.1	Descripción	149
15.2.2	Vivero	155
15.2.3	Condiciones de construcción	156
15.2.4	Disponibilidad de agua	157
15.2.5	Accesibilidad y topografía	158
15.3	Entregable 3. Programa de capacitación a la comunidad sobre las técnicas de cultivo, propagación de especies nativas de páramo y prácticas de manejo	178
15.3.1	Objetivos del programa de capacitación	180
15.3.2	Estructura del programa	181
15.3.3	Duración del programa	181
15.3.4	Población objeto	182
15.3.5	Metodología	182
15.3.6	Estructura de los módulos de capacitación	183
15.3.7	Recursos necesarios	187
15.3.8	Monitoreo y evaluación del programa	188
15.3.9	Resultados esperados	189
15.3.10	Sostenibilidad del programa	190
15.3.11	Cronograma de capacitación de actores sociales	190
15.3.12	15.3.12 Costos	192
16.	Conclusiones	194
	Referencias	197

Apéndices 201

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Clasificación y caracterización de actores</i>	46
Tabla 2. <i>Comparación de alternativas</i>	62
Tabla 3. <i>Modelo Matriz de Marco Lógico</i>	81
Tabla 4. <i>Matriz de Marco Lógico proyecto Vivero de Páramo</i>	81
Tabla 5. <i>Resumen de los indicadores</i>	88
Tabla 6. <i>Resumen de medios de verificación</i>	92
Tabla 7. <i>Resumen de Supuestos y Manejo de Riesgos</i>	96
Tabla 8. <i>Fase 1: planificación del proyecto</i>	101
Tabla 9. <i>Fase 2: diseño de infraestructura</i>	101
Tabla 10. <i>Fase 3. Diseño protocolos de producción de especies</i>	102
Tabla 11. <i>Capacitación sobre manejo de viveros y cuidados de especies</i>	102
Tabla 12. <i>Cronograma de actividades</i>	102
Tabla 13. <i>Tiempos y frecuencia de la comunicación</i>	105
Tabla 14. <i>Cronograma de evaluación</i>	110
Tabla 15. <i>Especies seleccionadas</i>	124
Tabla 16. <i>Información básica predio La Nevera</i>	159
Tabla 17. <i>Zona de infraestructura de servicios.</i>	163
Tabla 18. <i>Zona de germinación</i>	163
Tabla 19. <i>Zonas de crecimiento</i>	167
Tabla 20. <i>Zona de rustificación</i>	175
Tabla 21. <i>Cronograma de capacitación de actores sociales</i>	190
Tabla 22. <i>Costos capacitación propagación especies nativas de páramo</i>	192

Lista de figuras

Figura 1. <i>Matriz de Poder e Interés – Priorización de Actores</i>	47
Figura 2. <i>Árbol de problemas</i>	51
Figura 3. <i>Estructura árbol de objetivos</i>	56
Figura 4. <i>Espeletia conglomerata</i>	125
Figura 5. <i>Polylepis quadrijuga Bitter</i>	127
Figura 6. <i>Fotografía Inflorescencias de Polylepis quadrijuga</i>	129
Figura 7. <i>Diagrama de flujo para la siembra de la semilla</i>	133
Figura 8. <i>Diagrama de flujo para actividades relacionadas a la siembra de la semilla</i>	133
Figura 9. <i>Diagrama de flujo para actividades de preparación del sustrato a cama o a bolsa y desinfección</i>	134
Figura 10. <i>Diagrama de flujo para la selección de individuos</i>	134
Figura 11. <i>Diplostephium spinulosum Wedd</i>	135
Figura 12. <i>Weinmannia tomentosa L. f.</i>	136
Figura 13. <i>Macleania rupestris (Kunth) A.C.Sm.</i>	138
Figura 14. <i>Bucquetia glutinosa (L. f.) DC.</i>	139
Figura 15. <i>Cortaderia nitida (Kunth) Pilg</i>	141
Figura 16. <i>Hesperomeles ferruginea (Pers.) Benth.</i>	142
Figura 17. <i>Monnina salicifolia Ruiz & Pav.</i>	144
Figura 18. <i>Morella pubescens (Willd.) Wilbur</i>	145
Figura 19. <i>Escallonia myrtilloides L.f.</i>	146
Figura 20. <i>Bejaria resinosa L.f.</i>	148
Figura 21. <i>Vista satelital del predio Ciénaga</i>	160

Figura 22. <i>Planta ilustrativa y alzada vivero (escala 1:100).</i>	161
Figura 23. <i>Planta infraestructura de servicios primer piso (escala 1:100)</i>	162
Figura 24. <i>Planta descriptiva (escala 1:500)</i>	162
Figura 25. <i>Germinadores</i>	167
Figura 26. <i>Almácigos elevados bajo invernadero</i>	175
Figura 27. <i>Zona de Rustificación</i>	177

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Convenios CDMB – IAvH - Departamento de Santander</i>	201
Apéndice B. <i>Requisitos para el registro de viveros ante el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA.</i>	204
Apéndice C. <i>Costos diseño del vivero de páramo</i>	205

Resumen

El proyecto de Diseño y formulación de un vivero de especies nativas del páramo de Santurbán en Colombia tiene como objetivo principal contribuir a la conservación y restauración de este ecosistema crítico mediante la producción y propagación de plantas autóctonas. El estudio se basa en la metodología de marco lógico para estructurar un plan de acción claro y eficiente, que incluya la identificación de especies vegetales prioritarias, la selección del sitio para el vivero, y el diseño de las instalaciones necesarias y la capacitación de los actores locales en la producción de material vegetal de especies de páramo.

El problema abordado es la “limitada capacidad para reproducir y conservar especies nativas del páramo de Santurbán en condiciones de vivero”, ecosistema en proceso de degradación y esencial para la regulación hídrica y la biodiversidad, que se ve amenazado por actividades humanas como la minería y la agricultura. El objetivo específico es diseñar un vivero que permita la producción sostenible de especies nativas para su reintroducción en áreas afectadas, mejorando la resiliencia del páramo.

El método empleado para el proyecto en general corresponde a marco Lógico, y en el desarrollo del trabajo, incluye un diagnóstico de las condiciones del área, la identificación de 12 especies clave para la restauración ecológica y la planificación del vivero con base en criterios ecológicos y técnicos y la propuesta de capacitación de los actores sociales para la participación efectiva en procesos de producción de material vegetal y restauración ecológica. Los resultados destacan la viabilidad del proyecto, subrayando la necesidad de colaboración interinstitucional y el involucramiento comunitario para su éxito.

Las discusiones principales se centran en los desafíos de la autoridad ambiental regional para implementar el vivero en un entorno de alta montaña, la importancia de un enfoque

participativo para asegurar la sostenibilidad a largo plazo, y el potencial del vivero como modelo para iniciativas similares en otros páramos del país.

Palabras clave: Vivero, páramo, producción sostenible, capacitación, restauración ecológica, sostenibilidad.

Abstract

The project for the design and formulation of a nursery for native species of the Santurbán páramo in Colombia aims to contribute to the conservation and restoration of this critical ecosystem through the production and propagation of native plants. The study is based on the logical framework methodology to structure a clear and efficient action plan, which includes the identification of priority plant species, the selection of the site for the nursery, and the design of the necessary facilities.

The problem addressed is the degradation of the Santurbán páramo, an essential ecosystem for water regulation and biodiversity, threatened by human activities such as mining and agriculture. The specific objective is to design a nursery that enables the sustainable production of native species for their reintroduction into affected areas, improving the resilience of the páramo.

The method employed includes a detailed diagnosis of the area's conditions, the identification of key species for restoration, and the planning of the nursery based on ecological and technical criteria. The results highlight the project's feasibility, emphasizing the need for inter-institutional collaboration and community involvement for its success.

The main discussions focus on the challenges of implementing the nursery in a high mountain environment, the importance of a participatory approach to ensure long-term sustainability, and the potential of the nursery as a model for similar initiatives in other páramos in Colombia.

Keywords: Nursery, paramo, sustainable production, training, ecological restoration, sustainability

Glosario

A continuación, se establece el glosario, que proporciona una base de términos importantes relacionados con el diseño y la implementación de un vivero forestal de especies nativas en el páramo de Santurbán-Berlín.

- **Biodiversidad:** La variedad de formas de vida en la tierra, incluyendo la diversidad genética, de especies y de ecosistemas, y los procesos ecológicos que la sustentan.
- **Conservación:** El proceso de protección y gestión sostenible de los recursos naturales para preservar la biodiversidad, los ecosistemas y los servicios ambientales.
- **Especies Nativas:** Plantas que son originarias de una determinada región geográfica y que han evolucionado en ese entorno particular a lo largo del tiempo.
- **Germinación:** Proceso mediante el cual una semilla comienza a desarrollar un embrión y a crecer para convertirse en una planta.
- **Marco lógico:** El enfoque del Marco Lógico es una herramienta analítica, de presentación y de gestión que puede ayudar a los planificadores y gestores a: analizar la situación existente durante la preparación del proyecto; establecer una jerarquía lógica de los medios por los que se alcanzarán los objetivos; identificar los riesgos potenciales para el logro de los objetivos y para los resultados sostenibles; determinar la mejor manera de supervisar y evaluar los productos y los resultados; presentar un resumen del proyecto en un formato estándar; y supervisar y examinar los proyectos durante su ejecución (Ortegón, et ál., 2005).
- **Monitoreo:** La observación sistemática y periódica de parámetros ambientales, como la calidad del agua, la diversidad biológica y el crecimiento de las plantas, para evaluar el estado y la evolución de un ecosistema.

- Páramo: Un ecosistema de alta montaña que se encuentra en regiones tropicales y subtropicales, caracterizado por su vegetación única y adaptaciones especiales a las condiciones extremas
- Plan de Manejo Ambiental: Un documento que describe las medidas y estrategias para minimizar los impactos ambientales negativos de un proyecto y para promover su compatibilidad con el entorno natural.
- Propagación: La reproducción de plantas mediante métodos como semillas, esquejes, injertos o división de rizomas, con el fin de producir nuevas plantas con características similares a las plantas progenitoras.
- Reforestación: La acción de plantar árboles en áreas que han sido deforestadas o degradadas, con el fin de restaurar la cubierta forestal y los servicios ambientales asociados.
- Restauración Ecológica: La práctica de restablecer o mejorar la salud y la función de los ecosistemas degradados o destruidos mediante la reintroducción de especies nativas, la rehabilitación de hábitats y la gestión de procesos ecológicos.
- Stakeholders: Individuos, grupos o entidades que tienen un interés en el proyecto y que pueden verse afectados por sus resultados, como comunidades locales, autoridades gubernamentales, organizaciones ambientales y propietarios de tierras.
- Vivero Forestal: Una instalación donde se cultivan y se propagan plantas, especialmente árboles y arbustos, con el propósito de reforestar áreas degradadas, conservar la biodiversidad o proporcionar material vegetal para proyectos de restauración ambiental.

Introducción

El proyecto tiene como objetivo diseñar un vivero forestal de especies del páramo de Santurbán-Berlín en la provincia de Soto Norte en el Departamento de Santander, Colombia, con el fin de contribuir a la conservación y restauración de estos ecosistemas altamente biodiversos y vulnerables. El vivero servirá como centro de propagación y distribución de plantas nativas de páramo para proyectos de restauración ecológica y conservación de la biodiversidad.

Este ecosistema de alta montaña, caracterizado por su biodiversidad única y sus servicios ecosistémicos vitales, se encuentra en un estado de constante fragilidad debido a múltiples presiones, que van desde la minería hasta el cambio climático. Ante este desafío, surge la necesidad imperante de diseñar e implementar proyectos que promuevan su conservación y restauración.

El planteamiento del problema (limitada capacidad para reproducir y conservar especies nativas del páramo de Santurbán en condiciones de vivero) en la formulación de un vivero de páramo implica una serie de desafíos y consideraciones que requieren de atención especial. Si bien los viveros de páramo son fundamentales para la conservación y restauración de estos ecosistemas únicos, aún persisten vacíos de conocimiento y aspectos técnicos por explorar. En este sentido, los alcances del problema a considerar involucran la identificación de nuevas especies vegetales adaptadas a las condiciones del páramo de Santurbán, así como la optimización de técnicas de propagación y cultivo que permitan una producción eficiente y sostenible de material vegetal.

Los aportes de la investigación se orientan hacia la obtención de nuevos conocimientos sobre la diversidad vegetal del páramo de Santurbán, la aplicación de métodos de propagación y cultivo innovadores, y el desarrollo de estrategias de restauración adaptadas a las características

específicas del ecosistema. Asimismo, se busca explorar enfoques multidisciplinarios que integren conocimientos de ecología, botánica, agronomía, tecnología y conservación para abordar de manera integral los retos que presenta la conservación de los páramos.

En este contexto, la pregunta de investigación podría formularse de la siguiente manera: ¿Cómo puede diseñarse y gestionarse eficazmente un vivero de páramo en la jurisdicción de la CDMB, específicamente en el páramo de Santurbán, considerando la diversidad vegetal, las condiciones ambientales y las necesidades de conservación del ecosistema? Esta pregunta busca explorar nuevas aproximaciones técnicas y científicas para la conservación y restauración de los páramos, asegurando su viabilidad ambiental y social, así como su contribución al desarrollo sostenible de la región.

Este documento presenta el proceso de diseño del vivero forestal en el páramo de Santurbán, aplicando la metodología de Marco Lógico. A través de una cuidadosa aplicación de las mejores prácticas de gestión de proyectos, con esta esta propuesta, se aspira se convierta en un referente en la conservación y restauración de los ecosistemas de páramo, instando acciones similares en los otros páramos del país.

Diseñar un vivero de especies nativas de páramo se justifica y es importante debido a su impacto directo en la conservación de este ecosistema (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021), es una propuesta para contrarrestar los diferentes problemas ambientales asociados al páramo Santurbán. Entre los principales problemas están pérdida continua de biodiversidad y la degradación ambiental generada por diferentes tensionantes como, ampliación de la frontera agropecuaria, minería, incendios forestales, entre otros (Calderón Etter, 2014).

En términos económicos, el vivero de especies nativas del páramo también representa una oportunidad para la generación de ingresos a través del suministro y venta de plántulas a

proyectos de restauración ecológica de la CDMB en la zona, para otras instituciones y otros actores interesados en la conservación y restauración de ecosistemas. Esto no solo contribuye a la sostenibilidad financiera del proyecto, sino que también impulsa la economía local y regional.

El documento está organizado de acuerdo con lo establecido por la Universidad Santo Tomás en la Plantilla de Trabajo de Grado-Normas APA, y segmentado en tres (3) entregables técnicos, Entregable 1: Documento: Selección de al menos diez (10) especies nativas del páramo de Santurbán y Propuesta de los correspondientes Protocolos de propagación y manejo (Técnicas de germinación y cultivo), Entregable 2. Documento: Localización del vivero de páramo y diseño de la infraestructura y tecnología de operación de este. Entregable 3. Programa de Capacitación a la Comunidad sobre las Técnicas de Cultivo, Propagación de Especies Nativas de Páramo y Prácticas de Manejo.

1. Aspectos contextuales

El diseño de un vivero de especies propias del páramo de Santurbán nace como una respuesta a la necesidad de cuidar y recuperar importante ecosistema, que provee agua a las áreas metropolitanas de Bucaramanga y Cúcuta, y alberga una biodiversidad única. En esta sección, exploraremos el planteamiento del problema, y la importancia del proyecto para la restauración y el uso sostenible del territorio. También se revisarán los factores ambientales, sociales y normativos que inciden en su desarrollo, con el objetivo de que el vivero de especies nativas del páramo de Santurbán nace como una respuesta a la necesidad de cuidar y recuperar este ecosistema vital, que provee agua y alberga una biodiversidad única, con el objetivo de que este vivero no solo sea una fuente de plantas adaptadas, sino también un espacio para el aprendizaje y la participación de la comunidad en la protección del páramo.

1.1 Planteamiento del problema

El valor del páramo de Santurbán es ampliamente reconocido a nivel nacional, especialmente en lo que tiene que ver con el mantenimiento y regulación de la oferta hídrica, de la cual depende el desarrollo de los procesos productivos que allí se efectúan y el abastecimiento de agua para más de 2'200.000 personas que habitan en la ciudad de Cúcuta, el área metropolitana de Bucaramanga y 21 municipios de los departamentos de Santander y Norte de Santander (CDMB, 2019).

El problema principal que aborda este proyecto desde la pérdida continua de hábitat y la degradación del ecosistema de páramo en Santurbán, es que, se evidencia una limitada capacidad para reproducir y conservar especies nativas del páramo de Santurbán en condiciones de vivero, que sumado a la ocurrencia de factores como la agricultura no sostenible, la minería ilegal y el

cambio climático se potencie el deterioro progresivo en esta área, poniendo en peligro la supervivencia de especies endémicas y la provisión de servicios ecosistémicos clave, como la regulación del agua.

La realización de este proyecto persigue a partir del diseño de un vivero de especies propias del páramo, aportar de manera significativa, para que posteriormente, con la producción de material vegetal disponible para implementar procesos de restauración ecológica, se pueda avanzar en contrarrestar los efectos negativos en las zonas identificadas como de restauración en el área de páramo: disminución de la oferta hídrica y alteración del ciclo hidrológico, avance de la frontera agropecuaria, pérdida y continuidad de las áreas boscosas, fragmentación de ecosistemas, dispersión de la fauna silvestre, disminución de la diversidad biológica, rompimiento de las cadenas tróficas, deterioro generalizado del paisaje, minería ilegal (CDMB, 2019).

De acuerdo con el estudio “Aportes a la Delimitación del Ecosistema de Páramo Santurbán-Berlín. Instituto Humboldt. 2014, en total se recopilaron registros (localidades asociadas a una coordenada geográfica), distribuidos de la siguiente manera: formas de crecimiento arbustivas: 13 familias, 25 géneros y 38 especies; formas de crecimiento herbáceas: 31 familias, 46 géneros y 52 especies, y formas de crecimiento arrosetadas: 2 familias, 4 géneros y 15 especies (Cabrera y Ramírez, 2014) . A través del desarrollo de la presente propuesta, se obtendrá un avance significativo en el conocimiento de la fenología y protocolos de propagación de por lo menos diez especies nativas de páramo.

Santurbán se constituye en una reserva estratégica para la conservación del agua dulce, no son entonces únicamente los ecosistemas fisionómicos de gramíneas medias y bajas o los matorrales bajos y medios de la alta montañas los escenarios donde se acumula el agua, lo son

también de una manera significativa, los espacios que ocupan hoy los bosques densos andinos, que hay necesidad de conservar, por la profundidad de sus suelos orgánicos acumuladores de grandes cantidades de agua (CDMB, 2012).

La dramática situación de degradación en diferentes áreas naturales del país, donde aproximadamente una cuarta parte del territorio nacional tienen algún grado de deterioro, situación que repercute en la capacidad de los ecosistemas para la prestación de servicios ambientales, hace que se deban tomar medidas para recuperar tanto la biodiversidad como los servicios ecosistémicos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Los páramos enfrentan una creciente amenaza como resultado de la compleja interacción del cambio climático y del uso de la tierra. Estos ecosistemas únicos a nivel mundial contienen una alta diversidad de especies y niveles de endemismo, que ofrecen servicios ecosistémicos fundamentales. En este contexto, el diseño e implementación de estrategias efectivas de restauración ecológica cobran una importancia determinante (Aguilar-Garavito y Ramírez Hernández, 2021).

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Formular un proyecto utilizando la metodología de marco lógico para el diseño de un vivero para la reproducción de especies vegetales nativas del páramo Santurbán-Berlín, departamento Santander, Colombia, como estrategia de conservación y restauración del ecosistema.

2.2 Objetivos específicos

- Diseñar un vivero con su infraestructura y tecnología necesarias para la producción eficiente de especies vegetales nativas del páramo de Santurbán-Berlín, asegurando condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo.
- Proponer un programa de producción y propagación de al menos diez (10) especies vegetales nativas del páramo, utilizando técnicas avanzadas de germinación y cultivo que garanticen una alta tasa de supervivencia y crecimiento de las plantas para contribuir a la restauración del ecosistema.
- Formular un programa de capacitación a la comunidad y técnicos locales sobre las técnicas de cultivo y propagación de especies nativas, y las prácticas de manejo sostenible del vivero forestal, fomentando su participación y empoderamiento en la conservación del ecosistema.

3. Descripción institucional

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB es un ente corporativo autónomo creado por la ley 99 de 1993, de carácter público, que se relaciona con el nivel nacional, departamental y municipal, integrado por las entidades territoriales Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Lebrija, Rionegro, Vetas, Surata, Matanza, Tona, California, Charta, y El Playón. Cuenta con un área de jurisdicción de 486.460 hectáreas.

3.1 Naturaleza jurídica

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB-, es un ente corporativo autónomo creado por la ley 99 de 1993, de carácter público, que se relaciona con el nivel nacional, departamental y municipal, integrado por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica.

Dotada de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargada por la ley de administrar dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

3.2 Órganos de dirección y administración

Son órganos de dirección y administración de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, la Asamblea Corporativa, el Consejo Directivo y el Director General; los cuales cumplirán las funciones señaladas en la Ley 99 de 1993, en los estatutos de la entidad y en las demás disposiciones legales vigentes. La representación legal de la CDMB estará en cabeza del Director General (Acuerdo 1306/2016).

3.3 La Asamblea Corporativa

Integración de la Asamblea Corporativa: es el principal órgano de dirección de la Corporación y estará integrado por todos los representantes legales de las entidades territoriales que hacen parte de su jurisdicción.

Los representantes legales de las entidades territoriales que conforman la Asamblea Corporativa podrán delegar su participación en las reuniones, en empleados públicos del nivel directivo o asesores de la respectiva entidad territorial.

3.4 Consejo Directivo

El Consejo Directivo de la Corporación Autónoma para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga estará integrado por:

1. El Gobernador del Departamento de Santander o su delegado, quien lo presidirá;
2. Un (1) representante del Presidente de la República;
3. Un (1) representante del Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial;
4. Cuatro (4) alcaldes de los municipios de la jurisdicción de la Corporación, elegidos por la Asamblea Corporativa para períodos de un (1) año, por el sistema de cuociente electoral, de manera que queden representadas las diferentes subregiones de la jurisdicción de la Corporación;
5. Dos (2) representantes del sector privado, elegidos por la Asamblea;
6. Dos (2) representantes de las entidades sin ánimo de lucro, que tengan su domicilio en el área de jurisdicción de la corporación y cuyo objeto principal sea la protección del medio ambiente y los recursos naturales, elegidos por ellas mismas.

3.5 Misión

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB, es un ente corporativo de carácter público, creada por ley, encargada de la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos en materia de ambiente, recursos naturales

renovables y cambio climático, aplicando las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento.

3.6 Visión

En el año 2031, la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB, será una entidad de referencia por su gestión ambiental eficiente y eficaz en su jurisdicción, contribuyendo a la protección de la vida de hoy y garantizando la del mañana (CDMB, 2025).

4. Revisión técnica de la propuesta

Se realizaron reuniones de trabajo con Directivos, profesionales y técnicos de las subdirecciones de Gestión de la Oferta Ambiental y la Subdirección de Ordenamiento y Planificación Integral del Territorio de la CDMB, para que en el marco del Plan de Acción 2024 - 2027– Meta 29: Fortalecimiento de Viveros, se revisara y proyectara el diseño del vivero de páramo, para generar propuesta de producción y manejo en viveros de las especies nativas de este ecosistema.

Se analizó y definió, además, la ubicación del vivero en área de ecosistema de páramo en el municipio de Charta, en el predio la “Nevera” de la CDMB.

Adicionalmente, se realizaron visitas a los diferentes viveros de la entidad, revisando los métodos de producción y otros aspectos técnicos.

Se estudió también experiencias obtenidas en desarrollo del Convenio Unión Europea – Instituto Humboldt – CDMB durante los años 2018 – 2020, en materia de producción de material vegetal en pequeños viveros en el páramo de Berlín en el municipio de Tona.

Por otra parte, se revisaron diferentes documentos, incluidos en la referencia bibliográfica, que refieren experiencias relacionadas con la producción vegetal en viveros de páramos en el país.

5. Marco referencial

5.1 Marco teórico

La formulación y diseño de un vivero de páramo en Colombia implica considerar aspectos fundamentales relacionados con la ecología de los páramos, la importancia de su conservación, así como técnicas específicas de propagación de especies nativas y la gestión sostenible de los recursos naturales. A continuación, se detallan algunos elementos adicionales que permiten enriquecer este marco teórico:

- **Ecología de los páramos:** Los páramos son ecosistemas únicos y altamente especializados que se encuentran en las regiones montañosas de Colombia. Es importante comprender en detalle su estructura, funcionamiento y los servicios ecosistémicos que proporcionan, como la regulación del ciclo del agua, la captura de carbono y la biodiversidad que albergan.
- **Impactos del cambio climático:** El cambio climático representa una amenaza significativa para los páramos colombianos, con efectos potenciales sobre la distribución de especies, la disponibilidad de agua y la vulnerabilidad de los ecosistemas frente a fenómenos extremos. Es importante considerar cómo el cambio climático puede influir en el diseño y la gestión de un vivero de páramo, así como en las estrategias de conservación a largo plazo.

- Participación comunitaria y gobernanza: La participación activa de las comunidades locales y la integración de conocimientos tradicionales son aspectos fundamentales en la gestión sostenible de los páramos. Es importante explorar en el marco teórico cómo involucrar a las comunidades en el diseño, establecimiento y manejo de un vivero de páramo, promoviendo la apropiación local y el desarrollo de capacidades.
- Legislación y políticas ambientales: En Colombia, existen leyes y políticas ambientales que regulan la conservación de los ecosistemas de páramo y la protección de su biodiversidad. Es relevante revisar la normativa vigente y considerar cómo se aplican estas regulaciones en el contexto del diseño y funcionamiento de un vivero de páramo, garantizando su conformidad con las disposiciones legales y la promoción de prácticas ambientalmente responsables. Esencialmente se puede mencionar la Resolución 2090 de 2014 que delimita el ecosistema de páramo Jurisdicciones, Santurbán-Berlín, Ley 1930 de 2017, la Sentencia T – 361 de 2018, que ordena revisar la delimitación establecida en la Resolución 2090 de 2014, y establece gestionar y desarrollar la participación de los diferentes actores sociales.
- Innovaciones tecnológicas: La aplicación de tecnologías innovadoras en la gestión de viveros puede mejorar la eficiencia y la productividad de las operaciones. Se pueden explorar técnicas de cultivo in vitro, sistemas de riego inteligente, monitoreo remoto y otras herramientas tecnológicas que optimicen los procesos de producción y contribuyan a la sostenibilidad del vivero de páramo.

La integración de estos elementos en el marco teórico establece una base sólida para la formulación y diseño de un vivero de páramo en Colombia, abordando aspectos relevantes de ecología, conservación, participación comunitaria, marco legal y tecnología aplicada. Esta

perspectiva holística facilita la comprensión integral de los desafíos y oportunidades asociados con la implementación de un proyecto de esta naturaleza.

El marco teórico de un vivero de páramo en Colombia abarca diversos aspectos relacionados con la ecología de los páramos, la importancia de la conservación de estos ecosistemas, las técnicas de propagación de especies nativas y la gestión sostenible de los recursos naturales.

5.2 Marco conceptual

El marco conceptual de un proyecto de vivero para especies de páramo en la metodología de marco lógico proporciona un fundamento teórico y estructural que guía la planificación, ejecución y evaluación del proyecto. Este marco está basado en conceptos clave relacionados con la conservación de biodiversidad, restauración ecológica, participación comunitaria y gestión sostenible de ecosistemas frágiles como los páramos.

5.2.1 *Conservación de biodiversidad en páramos*

Los páramos son ecosistemas de alta montaña únicos que actúan como reservas de biodiversidad y reguladores hídricos. Conservan especies vegetales y animales que no se encuentran en ningún otro lugar, muchas de ellas endémicas. La conservación de estas especies es esencial para mantener la funcionalidad ecológica y los servicios ecosistémicos que proporcionan, como la regulación del ciclo del agua y la captura de carbono.

5.2.2 Restauración ecológica

La restauración ecológica en páramos implica la reintroducción de especies nativas para recuperar áreas degradadas por actividades humanas, como la agricultura, la minería o la deforestación. Un vivero especializado en especies de páramo es una herramienta clave para producir plántulas que luego serán utilizadas en programas de restauración, facilitando la regeneración natural y el restablecimiento de la vegetación nativa.

5.2.3 Metodología de Marco Lógico

La metodología de marco lógico es una herramienta de planificación de proyectos que estructura los objetivos, actividades, recursos y resultados de manera lógica y coherente. En el contexto del vivero, esta metodología facilita la identificación clara de problemas, la formulación de objetivos específicos, la planificación detallada de las actividades necesarias (como la construcción del vivero, la selección de especies y la capacitación comunitaria), y la definición de indicadores para medir el éxito del proyecto.

5.2.4 Participación comunitaria y capacitación

La participación de la comunidad local es crucial para el éxito y sostenibilidad del proyecto. La formulación de un programa de capacitación para la comunidad en técnicas de cultivo y propagación de especies nativas no solo busca transferir conocimientos técnicos, sino también empoderar a la comunidad para que participe activamente en la conservación de su entorno natural. Esto incluye sensibilización sobre la importancia del páramo y prácticas de manejo sostenible.

5.2.5 *Gestión sostenible de recursos naturales*

La gestión sostenible del vivero y las actividades asociadas se basa en el uso racional y responsable de los recursos naturales, asegurando que la extracción de semillas, el uso de agua, y la implementación de técnicas de cultivo no perjudiquen el ecosistema del páramo. Este enfoque garantiza que las operaciones del vivero contribuyan positivamente a la conservación del páramo, sin comprometer su integridad ecológica.

Este marco conceptual establece las bases para la implementación de un proyecto de vivero en un páramo, integrando componentes de conservación, restauración, participación y gestión sostenible, alineados con la metodología de marco lógico para asegurar el logro de los objetivos y la sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

5.3 Marco legal

El marco legal para el tema objeto del proyecto lo constituye las siguientes normas:

5.3.1 *Constitución Política de Colombia*

Ordena la protección de los ecosistemas estratégicos.

5.3.2 *Ley 99 de 1993*

Crea el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA, crea las corporaciones autónomas regionales y se dictan otras disposiciones.

5.3.3 *Decreto 1791 de 1996*

Este decreto establece las normas para la conservación de los recursos forestales renovables y la reglamentación de la Ley 99 de 1993. En su artículo 105, se establecen los requisitos y procedimientos para la certificación de viveros forestales, incluyendo los aspectos técnicos, administrativos y de infraestructura necesarios para su funcionamiento.

5.3.4 *Decreto 1076 de 2015 (Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible)*

Este decreto recopila y unifica la normativa ambiental en Colombia. En él se encuentran disposiciones relacionadas con la conservación de los recursos naturales y la reglamentación de actividades como la producción de material vegetal en viveros forestales. Específicamente, en el Título 2, Capítulo 3, se aborda el tema de la producción y comercialización de material vegetal para la restauración de ecosistemas y se establecen los requisitos para la certificación de viveros.

5.3.5 *Ley 1930 de 2018*

Mediante la cual se establecen disposiciones para la gestión y conservación de los ecosistemas de páramos en el país.

5.3.6 *La Resolución 2090 de 2014*

Mediante la cual se delimita el ecosistema de páramo Jurisdicciones, Santurbán Berlín, en los Departamentos de Santander y Norte de Santander, en Colombia.

5.3.7 Sentencia T - 361 de 2017

Ordena la revisión del proceso de delimitación del páramo de Santurbán, y ampliar la participación social en este proceso.

5.3.8 Resolución 1851 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Esta resolución regula la certificación de viveros forestales en Colombia. En ella se establecen los criterios y procedimientos que deben cumplir los viveros para obtener la certificación, así como los requisitos para la renovación de la misma. Además, se definen los estándares de calidad que deben cumplir las plántulas producidas en estos viveros.

5.3.9 Resolución 0627 de 2006 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)

Esta resolución establece las normas sanitarias para la producción, movilización y comercialización de material vegetal, incluyendo el material forestal. Contiene disposiciones relacionadas con la prevención y control de plagas y enfermedades que puedan afectar a las plantas y su producción en viveros.

5.3.10 Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

Esta resolución establece el "Protocolo para la delimitación y caracterización de los ecosistemas de páramo en Colombia". Este protocolo define los criterios técnicos y metodológicos para identificar, delimitar y caracterizar los páramos, lo que contribuye a su protección y manejo adecuado.

5.3.11 Decreto 2372 de 2010

Este decreto regula la creación, ampliación, supresión y manejo de áreas protegidas en Colombia. Contempla la posibilidad de crear áreas protegidas específicas para la conservación de los páramos, con el fin de garantizar la preservación de su biodiversidad y servicios ecosistémicos.

5.3.12 Acuerdo 001 de 2019 del Consejo Directivo de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)

Este acuerdo establece los criterios técnicos para la evaluación de proyectos que afecten áreas de páramo. Establece medidas para la protección de estos ecosistemas y define los requisitos que deben cumplir los proyectos para minimizar su impacto ambiental.

5.3.13 La Resolución No. 0780006 del 25 de noviembre del año 2020

Expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, establece los requisitos para el registro de viveros y/o huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación y/o plantas vivas para la siembra u ornato en el país con el fin de garantizar su calidad. En el Apéndice B se presenta lo relacionado con esta resolución.

Esta normatividad pretende garantizar la protección y conservación de los ecosistemas de páramo en Colombia, reconociendo su importancia para la regulación hídrica, la biodiversidad y el bienestar humano. Es fundamental que las autoridades ambientales, las comunidades locales y otros actores interesados trabajen en conjunto para asegurar la implementación efectiva de estas normativas y la conservación a largo plazo de los páramos colombianos.

5.4 Estado del arte

El diseño e implementación de viveros forestales para la producción y establecimiento de especies nativas en ecosistemas de páramo en Colombia y el mundo ha sido un tema de creciente interés debido a la importancia de conservar estos ecosistemas altamente especializados y biodiversos. El páramo, como uno de los ecosistemas más frágiles y únicos del mundo, enfrenta amenazas significativas, como la deforestación, la expansión agrícola y ganadera, el cambio climático y la contaminación, que han llevado a la degradación transformación de gran parte de estos espacios naturales.

En el contexto colombiano, el páramo es un ecosistema crucial para la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono, así como para la conservación de la biodiversidad. Por lo tanto, el diseño y la implementación de viveros forestales para la producción y establecimiento de especies nativas se consideran estrategias fundamentales para la restauración y conservación de estos ecosistemas.

En el ámbito mundial, varios estudios y proyectos han abordado esta problemática desde diversas perspectivas. Por ejemplo, investigaciones como la realizada por Pérez-Martínez y Velasco-Linares (2021) han identificado la importancia de las especies nativas en la restauración de ecosistemas de páramo, destacando la necesidad de establecer viveros que produzcan material vegetal de alta calidad genética y adaptado a las condiciones locales.

Asimismo, otros estudios como el de Aguilar-Garavito y Ramírez Hernández (2021) han evaluado diferentes técnicas de propagación y manejo de especies nativas en viveros forestales, encontrando que la selección adecuada de sustratos, la aplicación de técnicas de riego eficientes y el control de plagas y enfermedades son aspectos clave para el éxito en la producción de plántulas de alta calidad.

En cuanto a la problemática, uno de los principales desafíos en el diseño e implementación de viveros forestales para ecosistemas de páramo en Colombia y el mundo es la falta de información detallada sobre la biología y ecología de muchas especies nativas. Esto dificulta la selección de especies adecuadas y el desarrollo de técnicas de propagación y manejo específicas. Además, la disponibilidad de semillas y material vegetal de calidad puede ser limitada, lo que afecta la viabilidad y el éxito de los proyectos de restauración.

Para abordar estas problemáticas, se proponen varias estrategias de solución. En primer lugar, es necesario realizar investigaciones adicionales para mejorar la comprensión de la biología y ecología de las especies nativas de páramo, así como para identificar las mejores prácticas de propagación, manejo y establecimiento en viveros forestales. Además, se requiere fortalecer las capacidades técnicas y logísticas de las instituciones y organizaciones dedicadas a la producción de material vegetal nativo, así como promover la colaboración entre actores gubernamentales, académicos, comunitarios y del sector privado para impulsar iniciativas de restauración y conservación a mayor escala.

En conclusión, el diseño e implementación de viveros forestales para la producción y establecimiento de especies nativas en ecosistemas de páramo en Colombia y el mundo constituye un campo de investigación y acción fundamental para la conservación de estos ecosistemas altamente amenazados. A través de un enfoque integral que combine la investigación científica, la colaboración interinstitucional y el compromiso comunitario, es posible avanzar hacia la restauración y la sostenibilidad de los páramos y su invaluable biodiversidad.

En el Apéndice A, se presenta lo relacionado con el Convenio CDMB IAvH y Departamento de Santander, que refiere una experiencia exitosa en el páramo de Berlín.

6. Análisis de interesados -involucrados

Para un proyecto de diseño de un vivero de especies del páramo de Santurbán, los interesados clave pueden ser clasificados en dos categorías: involucrados directos (aquellos que tienen un impacto directo en el proyecto o que se ven directamente afectados por él) e involucrados indirectos (quienes pueden influir o verse influenciados de manera secundaria). A continuación, se presenta un esquema para su identificación, clasificación, caracterización y priorización:

6.1 Identificación de Interesados

Interesados Directos:

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Entidad responsable de la regulación ambiental en Colombia, asegura que el proyecto cumpla con normativas y políticas para la conservación del páramo.
- Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR) y Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS): Autoridades ambientales regionales con jurisdicción sobre el área de Santurbán, gestionan la protección y manejo del ecosistema.
- Comunidades locales (campesinas o paramunas): Habitantes de la región que dependen de los recursos del páramo para actividades económicas y subsistencia, además de ser conocedores de las especies vegetales locales.

- Investigadores y científicos: Expertos en ecología de páramos y conservación de especies, pueden aportar conocimientos y datos relevantes para la selección y reproducción de especies.
- Organizaciones de conservación ambiental: ONGs nacionales e internacionales que trabajan en la preservación de los ecosistemas naturales, incluido el páramo de Santurbán, podrían colaborar o aportar recursos.

Interesados Indirectos:

- Empresas mineras: La minería en la región es una actividad económica significativa y tiene impactos en el páramo; pueden representar un interés de conservación indirecto al ser afectadas por la regulación ambiental.
- Gobierno local y departamental (Santander y Norte de Santander): Con interés en el desarrollo sostenible, pueden ver el proyecto como una vía para conservar el ecosistema sin afectar la economía local.
- Instituciones educativas y centros de investigación: Universidades y centros dedicados a estudios de biodiversidad y restauración ecológica podrían beneficiarse del vivero para investigaciones y proyectos de extensión.
- Poblaciones de ciudades cercanas (como Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta en Santander y Cúcuta): Dependientes del agua de Santurbán para su abastecimiento, su bienestar está indirectamente vinculado con la conservación del páramo.

6.2 Clasificación y caracterización

Para cada interesado, se deben caracterizar variables como su nivel de influencia, nivel de interés, tipo de impacto esperado (positivo, negativo o neutro), y nivel de poder en decisiones de gestión y diseño del vivero.

Tabla 1. *Clasificación y caracterización de actores*

Interesado	Nivel de Influencia	Nivel de Interés	Tipo de Impacto	Nivel de Poder	Observaciones
Ministerio de Ambiente y DS	Alto	Alto	Positivo	Alto	Puede facilitar normativas y recursos para el proyecto
CDMB, CORPONOR CAS	y Alto	Alto	Positivo	Alto	Su rol regulador es fundamental; clave en permisos y monitoreo
Comunidades locales	Alto	Alto	Positivo	Medio	Proveen conocimiento local, podrían ser socios clave en el vivero
Investigadores científicos	y Medio	Alto	Positivo	Medio	Aportan en investigación y técnica de propagación de especies
ONGs ambientales	Medio	Medio	Positivo	Bajo	Apoyo logístico y de recursos, facilitan cooperación internacional
Empresas mineras	Bajo	Medio	Neutro	Medio	Potencial apoyo o conflicto según percepciones y normativas
Gobierno local y departamental	y Medio	Medio	Positivo	Medio	Puede facilitar fondos o regulaciones adicionales
Instituciones educativas	Medio	Bajo	Positivo	Bajo	Pueden desarrollar investigación aplicada y proyectos con el vivero
Población de ciudades cercanas	Bajo	Alto	Positivo	Bajo	Beneficiarios indirectos del proyecto; podría ser una base de apoyo

6.3 Priorización de actores interesados

Para priorizar a los interesados, se pueden emplear herramientas como la matriz de poder e interés:

- Cuadrante Alto Poder-Alto Interés: Ministerio de Ambiente, CDMB, CAS.
 - Acción: Colaboración activa y toma de decisiones conjunta.

- Cuadrante Alto Interés-Medio Poder: Comunidades locales, investigadores y científicos.
 - Acción: Involucrar activamente, consulta y participación en el diseño y ejecución del proyecto.
- Cuadrante Medio Poder-Medio Interés: ONGs ambientales, gobierno local y departamental.
 - Acción: Mantener informados y explorar cooperación en financiación y soporte técnico.
- Cuadrante Bajo Poder-Alto Interés: Población de ciudades cercanas.
 - Acción: Informar y educar sobre la importancia del proyecto para el suministro de agua, aprovechando su potencial de apoyo comunitario.

Figura 1. *Matriz de Poder e Interés – Priorización de Actores*



7. Análisis del problema

Para abordar el diseño de un vivero de especies del páramo de Santurbán, es fundamental identificar el problema central y luego explorar sus causas y efectos en un árbol de problemas que permita un análisis integral. Este enfoque ayuda a comprender cómo las causas del problema impactan tanto al proyecto como al ecosistema y a los interesados, facilitando el diseño de soluciones efectivas.

7.1 Identificación del problema central

Modelo árbol de problemas

Para estructurar el planteamiento del problema del vivero de especies del páramo de Santurbán usando el Modelo Árbol de Problemas, es fundamental detallar el problema central y luego identificar tanto las causas como los efectos asociados a este. Este ejercicio ayuda a comprender las raíces del problema y sus repercusiones, facilitando el desarrollo de estrategias de solución.

Problema central:

“Limitada capacidad para reproducir y conservar especies nativas del páramo de Santurbán en condiciones de vivero”

Esta situación refleja la necesidad urgente de preservar la biodiversidad del páramo, la cual está en riesgo debido a la dificultad de replicar las condiciones del ecosistema y al limitado desarrollo de infraestructura y técnicas adecuadas de propagación de las especies vegetales del ecosistema de páramo.

7.2 Causas y efectos del problema central

El análisis se presenta en forma de un *árbol de problemas* para organizar visualmente las *causas y efectos*.

7.3 Causas (raíces del árbol)

7.3.1 Falta de conocimiento específico sobre la biología y necesidades de germinación y propagación de especies de páramo

- Ausencia de estudios específicos sobre especies vegetales, especialmente en cuanto a sus ciclos de germinación y manejo en viveros
- Escasez de especialistas en el manejo de flora de páramo.

7.3.2 Escasez de recursos financieros y técnicos

- Financiamiento limitado para la infraestructura de vivero adecuada (invernaderos especializados).
- Insuficiencia de recursos para investigación y adquisición de tecnología avanzada en manejo de especies de alta montaña.

7.3.3 Dificultad de replicar condiciones ambientales del páramo en vivero

- Requerimientos específicos de altitud, temperatura, y humedad difíciles de mantener en ambientes controlados.
- Limitaciones en las instalaciones de vivero para simular las condiciones extremas de radiación solar y temperaturas bajas que estas plantas necesitan.

7.3.4 *Falta de coordinación y apoyo institucional*

- Intereses contradictorios entre actores locales (como comunidades, empresas mineras y organizaciones ambientales).
- Falta de alianzas y cooperación entre autoridades ambientales, instituciones académicas y organizaciones de conservación.

7.4 Efectos (ramas del árbol)

7.4.1 *Pérdida progresiva de biodiversidad en el páramo*

Sin un vivero que reproduzca eficientemente las especies nativas, aumenta el riesgo de extinción de plantas endémicas y especies que dependen de ellas.

7.4.2 *Disminución de los servicios ecosistémicos del páramo*

La vegetación nativa contribuye a la regulación hídrica, vital para el suministro de agua en áreas circundantes. La disminución de estas especies afecta negativamente el flujo de agua.

7.4.3 *Incremento de la vulnerabilidad del ecosistema ante el cambio climático*

Sin restauración de especies nativas, el ecosistema de páramo se vuelve menos resiliente a las variaciones climáticas, como el aumento de temperatura y cambios en las precipitaciones.

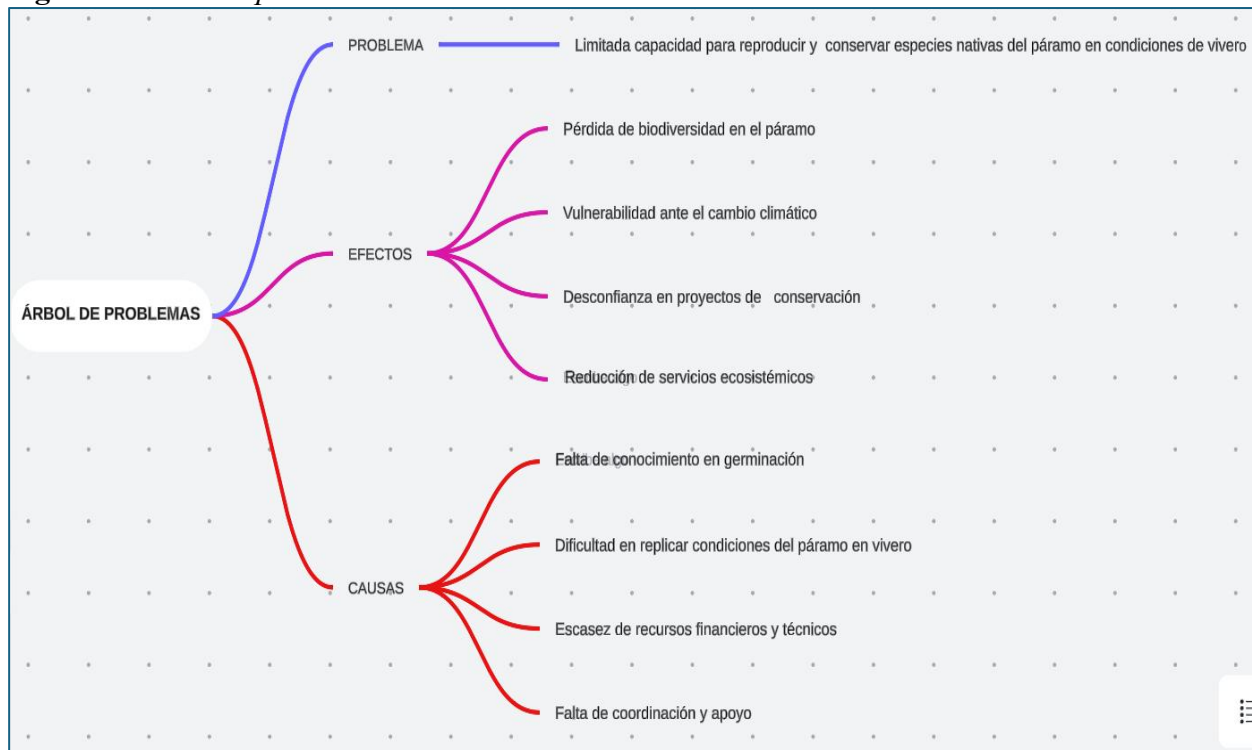
7.4.4 *Desconfianza y menor cohesión social hacia proyectos de conservación*

La falta de éxito en el proyecto de vivero puede generar desconfianza de la comunidad y otros actores hacia los esfuerzos de conservación, afectando la cooperación en futuras iniciativas.

7.5 Representación Visual del Árbol de Problemas

A continuación, se describe la estructura del Árbol de Problemas en formato visual:

Figura 2. *Árbol de problemas*



7.6 Análisis integral del problema

Este *árbol de problemas* nos permite tener una visión completa de los elementos fundamentales que deben atenderse para garantizar el éxito del vivero:

7.6.1 Abordar las causas

- *Investigación y capacitación* en germinación y propagación de especies de páramo.

- *Financiamiento* para infraestructura avanzada que permita la simulación de condiciones ambientales de alta montaña.
- *Cooperación interinstitucional* y generación de alianzas entre organizaciones y entidades para maximizar los recursos y coordinar acciones de conservación.

7.6.2 Mitigación de los efectos

Implementación de estrategias que aseguren la reproducción de especies nativas en el vivero contribuirá a la conservación de la biodiversidad y a la regulación de los servicios ecosistémicos del páramo, generando así confianza y cohesión social en las comunidades cercanas y en los actores involucrados.

Este análisis ofrece una estructura sólida que ayuda a diseñar un plan de acción efectivo, atacando las causas y mitigando los efectos, de manera que el vivero pueda cumplir con su función de conservación de las especies de páramo en Santurbán.

8. Análisis de objetivos

Con base en el análisis de problema realizado en el punto anterior, se trata aquí de cambiar las condiciones negativas del problema en situaciones positivas que se estima sean viables para ser alcanzadas, con el fin de transformar las causas del problema en medios en la estructura de objetivos y los efectos del problema en fines. De otra parte, el problema central debe transformarse en el objetivo principal del proyecto.

A continuación, transformamos el análisis del problema en un Árbol de Objetivos para estructurar la estructura de objetivos del proyecto de diseño de un vivero de especies del páramo de Santurbán. Este árbol de objetivos convierte las condiciones negativas identificadas en el

Árbol de Problemas en situaciones positivas deseables, donde el problema central se convierte en el objetivo principal. Los objetivos establecidos a partir de las causas y efectos se estructuran en medios y fines.

8.1 Objetivo principal (transformación del problema central)

Objetivo principal:

Diseñar un vivero de especies vegetales de páramo con capacidad de reproducción y propagación de especies nativas del páramo de Santurbán

Este objetivo apunta a fortalecer las capacidades de conservación ex situ, a través de técnicas de propagación en vivero, con el fin de contribuir a la restauración y conservación de la biodiversidad del páramo.

Medios (transformación de las causas)

1. Fortalecer el conocimiento sobre la biología y las técnicas de propagación de especies de páramo.
 - Medio 1.1: Desarrollar estudios específicos sobre los ciclos de vida o fenología y las necesidades de germinación de especies nativas de páramo.
 - Medio 1.2: Capacitar a técnicos y especialistas en técnicas de reproducción de flora de alta montaña.
2. Garantizar recursos financieros y técnicos adecuados para el proyecto de vivero
 - Medio 2.1: Obtener financiamiento para desarrollar infraestructura de vivero que pueda simular las condiciones ambientales de alta montaña.
 - Medio 2.2: Implementar tecnologías avanzadas y técnicas de manejo adaptadas a especies de páramo.

3. Crear infraestructura de vivero que simule adecuadamente las condiciones ambientales del páramo
 - Medio 3.1: Diseñar invernaderos y módulos de cultivo que puedan replicar la altitud, humedad, radiación solar y temperaturas características del páramo.
 - Medio 3.2: Implementar un sistema de control ambiental para monitorear y ajustar condiciones de luz, temperatura y humedad en el vivero.
4. Promover la cooperación y el apoyo institucional y de actores sociales para el proyecto de vivero
 - Medio 4.1: Fomentar alianzas con instituciones académicas, autoridades ambientales y ONGs especializadas en conservación de páramos.
 - Medio 4.2: Establecer convenios de colaboración con organizaciones locales para obtener apoyo logístico y recursos adicionales.

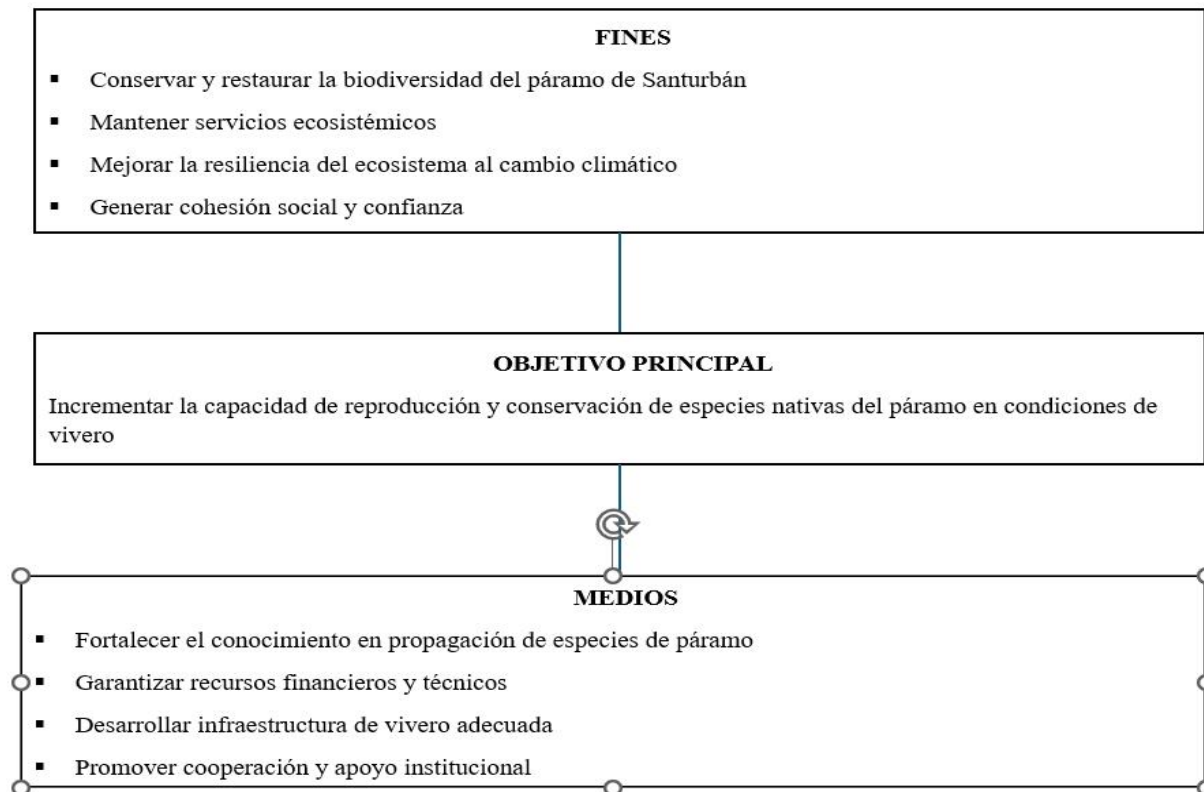
Fines (transformación de los efectos)

1. Conservar y restaurar la biodiversidad del páramo de Santurbán
 - Fin 1.1: Asegurar la disponibilidad de plantas nativas producidas en vivero para proyectos de restauración ecológica en el páramo.
 - Fin 1.2: Contribuir a la estabilización de poblaciones de especies nativas en riesgo de extinción.
2. Mantener y mejorar los servicios ecosistémicos del páramo
 - Fin 2.1: Mejorar la regulación hídrica del páramo mediante la restauración de su vegetación nativa.
 - Fin 2.2: Conservar el suelo y reducir la erosión en el área de influencia mediante la reintroducción de especies adaptadas.

3. Aumentar la resiliencia del ecosistema de páramo ante el cambio climático
 - Fin 3.1: Reforzar la cobertura vegetal del páramo para mejorar su capacidad de adaptación a cambios en temperatura y precipitaciones.
 - Fin 3.2: Crear un banco de especies nativas en el vivero para tener disponibilidad de plantas adaptadas a variaciones climáticas futuras.
4. Generar confianza y cohesión social en torno a los proyectos de conservación
 - Fin 4.1: Involucrar a las comunidades locales en el proceso de restauración y conservación a través de proyectos educativos y participativos.
 - Fin 4.2: Fortalecer la percepción positiva de los proyectos de conservación entre actores locales y regionales en favor de una buena gobernanza.

Representación visual del árbol de objetivos

A continuación, se describe la estructura del Árbol de Objetivos

Figura 3. Estructura árbol de objetivos

8.2 Análisis integral del árbol de objetivos

Este árbol de objetivos nos permite transformar el análisis de problemas en una estructura de objetivos que orienta las acciones del proyecto hacia soluciones alcanzables:

1. Medios

- La capacitación y la investigación específica son clave para mejorar las técnicas de propagación.
- Asegurar financiamiento e infraestructura adecuada permite crear un vivero que replique las condiciones ambientales del páramo.
- La cooperación entre actores mejora los recursos y la logística para ejecutar el proyecto eficientemente.

2. Fines

- Conservando y restaurando especies nativas, el proyecto contribuirá a la preservación de la biodiversidad y a la resiliencia del páramo.
- Se protegerán los servicios ecosistémicos (como la regulación hídrica) y se generará una mayor confianza social, esencial para futuros proyectos de conservación.

Este planteamiento estratégico crea una hoja de ruta para el diseño e implementación del vivero, en el que cada medio y fin se orienta hacia la conservación y restauración sostenible del páramo de Santurbán.

9. Análisis de alternativas

9.1 Identificación de alternativas

Para la ejecución del proyecto de diseño y operación de un vivero de especies del páramo de Santurbán, se pueden identificar varias alternativas de solución en función de las condiciones, objetivos y recursos necesarios. Cada alternativa considerará diferentes enfoques, desde el nivel de complejidad y la inversión requerida hasta la capacidad de sostenibilidad en el tiempo y el grado de involucramiento de actores locales.

9.1.1 *Alternativa 1: implementación de un vivero básico con recursos limitados*

Descripción:

Esta alternativa consiste en establecer un vivero de bajo costo que pueda empezar operaciones con recursos y tecnología accesibles, enfocándose en especies con menor requerimiento de infraestructura.

Componentes:

- Instalación de un vivero sencillo con áreas de sombra y protección básica para plantas.
- Capacitación inicial básica para el personal en técnicas de germinación y cuidados.
- Enfoque en la reproducción de especies menos exigentes y que sean nativas del páramo.
- Uso de sistemas de riego y protección de plantas que sean sencillos y de bajo mantenimiento.

Ventajas:

- Requiere una inversión inicial baja, facilitando su puesta en marcha.
- Permite empezar con un enfoque educativo y experimental, fortaleciendo las capacidades técnicas.

Desventajas:

- Capacidad limitada para reproducir especies con requerimientos más específicos.
- Baja probabilidad de replicar las condiciones ambientales necesarias para todas las especies de páramo.

Viabilidad:

Alta en el corto plazo para experimentación y aprendizaje inicial, pero limitada en el cumplimiento del objetivo de conservación a largo plazo.

9.1.2 Alternativa 2: vivero de mediana complejidad con apoyo técnico y financiero externo

Descripción:

Esta opción contempla un vivero con infraestructura de mediana complejidad y tecnología intermedia para replicar algunas condiciones del páramo, logrando así una mejor adaptabilidad de las especies.

Componentes:

- Construcción de invernaderos moderadamente equipados con control de temperatura y humedad.
- Capacitación del personal en técnicas de reproducción y simulación ambiental.
- Convenios con instituciones académicas para realizar investigación conjunta sobre las especies.
- Financiamiento compartido con instituciones locales y organizaciones ambientales para mantener el proyecto operativo.

Ventajas:

- Balancea el costo y la efectividad, proporcionando mejores condiciones de germinación y desarrollo.
- Fomenta la colaboración y el apoyo técnico de organizaciones externas, mejorando las técnicas de propagación.

Desventajas:

- Requiere una inversión inicial y continua mayor que la alternativa básica.
- Depende del apoyo financiero de terceros, lo que puede afectar su sostenibilidad si no se asegura el financiamiento.

Viabilidad:

Media a alta, en función de la capacidad para establecer acuerdos de apoyo, con viabilidad moderada en el largo plazo.

9.1.3 Alternativa 3: vivero avanzado de alta complejidad con simulación completa de condiciones de páramo

Descripción:

Esta alternativa considera la creación de un vivero tecnológicamente avanzado, con instalaciones que permiten replicar las condiciones ambientales del páramo para una gama más amplia de especies nativas.

Componentes:

- Infraestructura avanzada, con sistemas de control de temperatura, humedad, radiación solar y altitud simulada.
- Programas de investigación aplicada en alianza con universidades e institutos de investigación.
- Formación avanzada para el personal en biotecnología y técnicas de restauración.
- Colaboración internacional para asegurar financiamiento y acceso a nuevas tecnologías.

Ventajas:

- Alta capacidad para reproducir una gran variedad de especies de páramo, incluyendo las más vulnerables.
- Incrementa la resiliencia del ecosistema y garantiza la disponibilidad de especies para la restauración a largo plazo.

Desventajas:

- Altos costos de instalación y operación, requiere fuentes de financiamiento sólidas y sostenibles.

- Complejidad técnica que puede requerir personal altamente capacitado y acceso continuo a recursos tecnológicos.

Viabilidad:

Alta en términos de efectividad para la conservación y restauración, pero la viabilidad financiera y técnica es un desafío si no se cuenta con alianzas estratégicas sólidas.

9.1.4 Alternativa 4: vivero comunitario y educativo con enfoque en sostenibilidad social

Descripción:

Este modelo se centra en la creación de un vivero comunitario en el que los miembros de la comunidad local sean capacitados para liderar el proyecto, con un fuerte componente educativo y participativo.

Componentes:

- Involucramiento directo de comunidades locales en la operación y mantenimiento del vivero.
- Formación en técnicas de cultivo y conservación de especies nativas del páramo.
- Creación de programas de educación ambiental y visitas guiadas para sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de la conservación.
- Modelo de autogestión en el que los ingresos de actividades educativas contribuyan al financiamiento.

Ventajas:

- Fomenta el empoderamiento de la comunidad y la conservación desde un enfoque participativo.

- Modelo de bajo costo que se puede autogestionar y reducir la dependencia de financiamiento externo.
- Alta aceptación social y cohesión en torno a la protección del páramo.

Desventajas:

- Menor capacidad técnica para reproducir especies con requerimientos ambientales específicos.
- Posible limitación en la capacidad de expansión sin apoyo adicional.

Viabilidad:

Alta en términos sociales y sostenibilidad local; viabilidad moderada en la reproducción de especies con altas demandas ambientales.

Tabla 2. *Comparación de alternativas*

Alternativa	Costo	Eficiencia en Conservación	Sostenibilidad	Requiere Apoyo Externo
Vivero Básico	Bajo	Baja	Alta	Bajo
Vivero de Mediana Complejidad	Medio	Media	Media	Medio
Resumen Vivero Avanzado	Alto	Alta	Baja	Alto
Vivero Comunitario y Educativo	Bajo	Media	Alta	Bajo a Medio

9.1.5 Conclusión

Para elegir la alternativa más adecuada, se deben considerar los recursos disponibles, el grado de compromiso de los actores locales y las metas de conservación a largo plazo:

- Si el financiamiento y los recursos técnicos son limitados, la Alternativa 4 (Vivero Comunitario y Educativo) podría ser la mejor opción, promoviendo la sostenibilidad social y la participación.

- Si se asegura el apoyo técnico y financiero mediante alianzas y convenios, la Alternativa 2 (Vivero de Mediana Complejidad) representa un equilibrio entre costo y efectividad.
- Para lograr el máximo impacto en la conservación de especies, la Alternativa 3 (Vivero Avanzado) sería ideal, aunque su ejecución depende de contar con fondos y expertos técnicos.

El análisis y elección de estas alternativas brindará una base sólida para implementar un proyecto de vivero que contribuya a la conservación del páramo de Santurbán, adaptándose a las capacidades y recursos de la región.

9.2 Evaluación de alternativas

Para realizar una evaluación de las alternativas del proyecto de diseño y operación de un vivero de especies del páramo de Santurbán desde una perspectiva de infraestructura, se deben considerar diversos aspectos técnicos, financieros, ambientales, jurídicos y otros factores que afectarán la viabilidad de cada alternativa. A continuación, se presenta un análisis detallado de cada alternativa con respecto a estos aspectos.

9.2.1 *Tamaño*

Alternativa 1: vivero básico

- **Tamaño de la infraestructura:**

Este vivero tendría una infraestructura pequeña, con áreas de cultivo y sombra limitadas, lo cual implica un área reducida para su operación.

- **Evaluación:**

Su tamaño limitado podría dificultar la reproducción de una amplia variedad de especies nativas, pero permite iniciar con pocos recursos.

Alternativa 2: Vivero de mediana complejidad

- Tamaño de la infraestructura:

El vivero sería de tamaño intermedio, con una infraestructura más robusta, incluyendo invernaderos y sistemas de riego más avanzados.

- Evaluación:

Su tamaño es adecuado para operar de manera eficiente y producir una cantidad considerable de especies nativas, aunque sin llegar a la escala de un vivero avanzado.

Alternativa 3: vivero avanzado

- Tamaño de la infraestructura:

Este vivero requiere de un espacio considerable para albergar tecnología avanzada, invernaderos, sistemas de simulación de condiciones ambientales, y áreas de cultivo para especies de páramo más específicas.

- Evaluación:

Necesita un espacio amplio y está diseñado para soportar un volumen significativo de producción y conservación de especies nativas.

Alternativa 4: vivero comunitario y educativo

- Tamaño de la infraestructura:

El vivero puede ser de tamaño pequeño o mediano, con espacios adaptados para la participación comunitaria y la capacitación educativa.

- Evaluación:

El tamaño será flexible, dependiendo de la capacidad local para manejar el vivero, y puede ser ajustado según los recursos y la capacidad de participación comunitaria.

9.2.2 *Localización*

Alternativa 1: vivero básico

- Localización:

Puede ubicarse en áreas rurales cercanas al páramo o en zonas de fácil acceso, donde los costos de terreno sean bajos.

- Evaluación:

La localización debe ser accesible para el personal y los insumos, pero sin necesidad de una cercanía inmediata al páramo, ya que el vivero puede operar con una infraestructura más sencilla.

Alternativa 2: vivero de mediana complejidad

- Localización:

Se puede ubicar en áreas intermedias, donde el acceso a infraestructura y recursos naturales sea adecuado, sin estar demasiado cerca del páramo.

- Evaluación:

La localización debe balancear accesibilidad y costos de operación, sin impactar negativamente los ecosistemas circundantes.

Alternativa 3: vivero avanzado

- Localización:

Necesita estar ubicado lo más cerca posible del páramo o dentro del páramo, para replicar mejor las condiciones ambientales, pero debe tener un acceso fácil a infraestructuras de transporte y suministros.

- Evaluación:

El costo de la tierra y la infraestructura podría ser mayor, pero la localización es crucial para replicar las condiciones naturales del ecosistema de páramo.

Alternativa 4: vivero comunitario y educativo

- Localización:

Se debe ubicar en comunidades locales cercanas al páramo, para promover la participación y facilitar el acceso al vivero para las actividades educativas y de conservación.

- Evaluación:

La ubicación debe ser estratégica para asegurar la conectividad con las comunidades y el acceso a recursos de forma eficiente.

9.2.3 Mercado

Alternativa 1: vivero básico

- Mercado:

El mercado sería principalmente local, con una oferta limitada de especies para la restauración de áreas específicas o la venta a pequeña escala. Pudiera ofertarse al departamento de Norte de Santander.

- Evaluación:

La demanda para especies nativas puede estar limitada debido a la capacidad reducida del vivero, pero puede suplir necesidades puntuales.

Alternativa 2: vivero de mediana complejidad

- Mercado:

Este vivero puede abarcar mercados más grandes, incluyendo proyectos de restauración más extensos, ONGs y el gobierno.

- Evaluación:

Existe una mayor posibilidad de establecer alianzas con actores externos para venta y distribución de especies, lo que podría generar ingresos adicionales.

Alternativa 3: vivero avanzado

- Mercado:

Podría atender una demanda nacional o internacional de especies nativas de páramo, especialmente para proyectos de restauración a gran escala.

- Evaluación:

La capacidad de producción elevada y la tecnología avanzada podrían permitir el acceso a un mercado amplio, pero esto requeriría una excelente estrategia de marketing y alianzas estratégicas.

Alternativa 4: vivero comunitario y educativo

- Mercado:

El enfoque del mercado estaría más centrado en la comunidad y la educación ambiental, con ventas limitadas de especies para proyectos locales o actividades educativas.

- Evaluación:

El mercado es reducido y local, pero genera un alto valor social y comunitario. Su viabilidad financiera puede depender de subsidios o colaboraciones.

9.2.4 Técnico

Alternativa 1: vivero básico

- Técnico:

Requiere de un personal capacitado en técnicas básicas de propagación, pero no demanda un nivel alto de especialización técnica.

- Evaluación:

Bajo requerimiento técnico, pero puede no ser suficiente para replicar con éxito todas las especies del páramo.

Alternativa 2: vivero de mediana complejidad

- Técnico:

Necesita técnicos especializados en reproducción de especies de páramo y manejo de condiciones ambientales moderadas.

- Evaluación:

Requiere personal con conocimientos intermedios y capacitación continua para operar los sistemas de control ambiental y manejo de especies.

Alternativa 3: vivero avanzado

- Técnico:

Necesita personal altamente especializado en biotecnología, ecología de páramo y restauración ecológica.

- Evaluación:

Es el modelo más demandante en términos técnicos, pero el potencial para alcanzar los objetivos de conservación es significativamente mayor.

Alternativa 4: vivero comunitario y educativo

- Técnico:

El personal necesita conocimientos básicos en cultivo y conservación de especies nativas, y un enfoque más orientado a la educación y sensibilización comunitaria.

- Evaluación:

El requerimiento técnico es menor, pero debe contar con facilitadores capacitados para guiar el proceso educativo y de restauración.

9.2.5 *Financiero*

Alternativa 1: vivero básico

- Financiero:

Baja inversión inicial y costos operativos, pero con capacidad limitada para generar ingresos y dependerá de subsidios o financiamiento externo.

- Evaluación:

Alta viabilidad financiera a corto plazo, pero limitado en su capacidad de sostenibilidad a largo plazo sin apoyo continuo.

Alternativa 2: vivero de mediana complejidad

- Financiero:

Requiere una inversión moderada para infraestructura y operatividad, con posibilidades de autofinanciamiento a través de la venta de especies y alianzas.

- Evaluación:

Moderada viabilidad financiera a largo plazo, especialmente si se logra una buena estrategia de alianzas con organismos gubernamentales y ONGs.

Alternativa 3: vivero avanzado

- Financiero:

Requiere una gran inversión inicial para la infraestructura avanzada, pero puede generar ingresos significativos con la venta de especies a gran escala.

- Evaluación:

Alta inversión inicial, pero el retorno podría ser considerable si se logra acceso a mercados nacionales o internacionales.

Alternativa 4: vivero comunitario y educativo

- Financiero:

Baja inversión inicial, pero los costos operativos dependerán de la capacidad de autogestión y el financiamiento de actividades educativas.

- Evaluación:

Alta viabilidad financiera si se logra una adecuada autogestión y participación comunitaria, pero limitada capacidad de generación de ingresos.

9.2.6 Análisis Ambiental

Alternativa 1: vivero básico

- Impacto Ambiental:

Bajo impacto, ya que utiliza infraestructuras simples y procesos naturales para cultivar especies.

- Evaluación:

Aprobado, pero con limitadas capacidades para manejar especies en peligro o para restauración a gran escala.

Alternativa 2: vivero de mediana complejidad

- Impacto Ambiental:

Puede tener un mayor impacto en términos de consumo de recursos (agua, energía), pero tiene un manejo adecuado de las especies.

- Evaluación:

Moderado, con la posibilidad de implementar medidas de sostenibilidad.

Alternativa 3: vivero avanzado

- Impacto ambiental:

Possible alto impacto debido al uso intensivo de recursos (agua, energía), pero con gran potencial para restaurar el ecosistema del páramo.

- Evaluación:

Necesita estrategias claras de manejo sostenible para minimizar el impacto ambiental.

Alternativa 4: vivero comunitario y educativo

- Impacto Ambiental:

Bajo impacto, promoviendo el uso sostenible de recursos naturales y la conciencia ambiental.

- Evaluación:

Muy positivo desde el punto de vista educativo y de concientización.

9.2.7 Análisis jurídico

Alternativa 1: vivero básico

- Consideraciones jurídicas:

Necesitará permisos básicos de funcionamiento ambiental y de uso de suelo.

- Evaluación:

Baja complejidad jurídica.

Alternativa 2: vivero de mediana complejidad

- Consideraciones jurídicas:

Requiere permisos de uso de recursos naturales y protección ambiental más estrictos.

- Evaluación:

Complejidad media en términos legales.

Alternativa 3: vivero avanzado

- Consideraciones jurídicas

Necesitará permisos complejos para el manejo de especies en peligro y posible intervención en áreas protegidas.

- Evaluación:

Alta complejidad jurídica.

Alternativa 4: vivero comunitario y educativo

- Consideraciones jurídicas:

Requiere permisos básicos y una gestión comunitaria para cumplir con las normativas ambientales.

- Evaluación:

Baja complejidad jurídica, pero puede requerir apoyo legal para alianzas y permisos locales.

9.2.8 Conclusión

La Alternativa 2 (Vivero de Mediana Complejidad) emerge como una opción viable en términos técnicos, financieros y ambientales, dado que ofrece un balance adecuado entre capacidad operativa y costos. Sin embargo, si el enfoque principal es la sostenibilidad social, la Alternativa 4 (Vivero Comunitario y Educativo) podría ser una opción preferente para involucrar a las comunidades en la conservación.

9.3 Selección de la alternativa de solución

Luego de haber evaluado las diferentes alternativas en función de los aspectos técnicos, financieros, ambientales, jurídicos y otros análisis, la Alternativa 2: Vivero de Mediana Complejidad parece ser la más pertinente, eficiente y eficaz para cumplir con el objetivo planteado, que es diseñar y operar un vivero de especies del páramo de Santurbán para la conservación y restauración de ecosistemas de páramo.

A continuación, se presentan las razones detalladas por las cuales esta alternativa es la más adecuada:

9.3.1 *Pertinencia*

- Adecuación a los objetivos del proyecto:

La alternativa de mediana complejidad permite abordar tanto la producción de especies nativas para la restauración ecológica como la creación de un vivero que sirva como punto de referencia para la conservación. Esto es crucial para el ecosistema del páramo de Santurbán, dado que la restauración de hábitats de páramo es un proceso que requiere infraestructura adaptada a las condiciones climáticas y geográficas de la zona.

- Balance entre costos y capacidad operativa:

Con una inversión moderada en infraestructura, el vivero puede atender un volumen considerable de especies nativas sin requerir una gran inversión inicial, lo cual es más adecuado para proyectos con presupuestos limitados. La capacidad intermedia permite satisfacer una demanda de especies nativas para proyectos de restauración tanto locales como regionales.

9.3.2 *Eficiencia*

- Uso optimizado de los recursos:

La infraestructura de mediana complejidad permite un manejo eficiente de los recursos como el agua, la energía y el personal. Además, la inversión en tecnologías de riego, invernaderos y condiciones ambientales controladas puede optimizar la producción de plantas sin grandes gastos operativos.

- Capacidad de gestión a mediano plazo:

La complejidad intermedia del proyecto asegura que se cuente con la tecnología adecuada sin ser excesivamente costosa. Esto garantiza que el vivero sea capaz de producir especies en un rango adecuado de tiempo, con la capacidad de adaptarse al mercado de restauración ecológica o la venta a ONGs y organismos gubernamentales.

9.3.3 *Eficacia*

- Ajuste adecuado al mercado:

Este tipo de vivero permite abordar no solo el mercado local sino también alianzas con organismos gubernamentales y ONGs que financian proyectos de restauración ecológica. La producción y distribución de especies en cantidades que exceden la capacidad de un vivero básico, pero sin llegar a la complejidad de un vivero avanzado, hace de esta opción una solución eficaz para cumplir con el objetivo de restaurar los ecosistemas del páramo de Santurbán.

- Cumplimiento del objetivo principal:

El vivero de mediana complejidad tiene la infraestructura y el personal capacitado necesario para producir las especies necesarias para restaurar áreas del páramo, sin que el proyecto se vea sobrepasado por las demandas técnicas, financieras o jurídicas. A la vez, su

gestión de recursos es suficientemente flexible para abordar las necesidades del proyecto de manera efectiva.

9.3.4 *Evaluación de riesgos y factores externos*

- Riesgos mitigados:

La opción de mediana complejidad minimiza los riesgos de sobreinversión y falta de capacidad operativa, ya que permite ajustar la escala del proyecto a los recursos disponibles y a las necesidades del ecosistema sin comprometer la sostenibilidad financiera. Además, la complejidad técnica es suficiente para asegurar la calidad y éxito del vivero a largo plazo.

9.4 Conclusiones

La Alternativa 2: Vivero de Mediana Complejidad es la más adecuada para el proyecto, ya que proporciona un equilibrio entre la capacidad técnica, la viabilidad financiera y el impacto ambiental. Además, es lo suficientemente flexible para adaptarse a los requisitos de restauración del ecosistema de páramo, al mismo tiempo que es económicamente viable y sostenible a largo plazo.

Esta alternativa no solo atiende el objetivo de restauración ecológica, sino que también considera las necesidades del mercado, las limitaciones de recursos y los requisitos legales y ambientales. Por lo tanto, se recomienda como la mejor opción para el desarrollo del vivero de especies del páramo de Santurbán.

10. Construcción del modelo analítico del proyecto

Estructura analítica

La Estructura Analítica del Proyecto (EAP) es una herramienta clave en la gestión de proyectos, ya que descompone el proyecto en partes más pequeñas y manejables, facilitando el control, la asignación de responsabilidades y el seguimiento de cada uno de los componentes. En el caso de un proyecto de diseño y construcción de un vivero de especies del páramo de Santurbán, la EAP debe reflejar todas las actividades y elementos necesarios para llevar a cabo el proyecto de forma eficaz.

10.1 Estructura Analítica del Proyecto (EAP)

Inicio del Proyecto.

10.1.1 Definición del proyecto

- Definir el alcance y los objetivos específicos del vivero.
- Establecer las partes interesadas y sus roles.

10.1.2 Planificación inicial

- Identificación de recursos disponibles y necesidades de financiamiento.
- Establecimiento de cronograma preliminar.

10.1.3 Establecimiento de equipo de proyecto

- Designación del personal responsable.
- Asignación de roles y responsabilidades.

10.1.4 Planificación y diseño

10.1.5 Estudio de viabilidad

- Evaluación de la localización del vivero.
- Análisis de los recursos naturales y disponibilidad de agua.
- Estudio de impacto ambiental y cumplimiento de normativas.

10.1.6 Diseño conceptual del vivero

- Diseño preliminar de la infraestructura (invernaderos, áreas de cultivo, etc.).
- Planificación del sistema de riego y control ambiental.
- Establecimiento de protocolos de seguridad y operativos.

10.1.7 Desarrollo del plan de gestión

- Establecimiento de políticas para el manejo de especies y restauración ecológica.
- Definición de estrategias de comercialización de especies.
- Diseño de un plan de monitoreo y seguimiento.

10.1.8 Construcción del vivero

- Adquisición de Materiales y Equipos
 - Compra de materiales para la construcción de la infraestructura.
 - Adquisición de equipos de riego, invernaderos, sistemas de monitoreo, etc.

10.1.9 Construcción de infraestructura

- Construcción de invernaderos y áreas de propagación.
- Instalación de sistemas de riego y control climático.

10.1.10 Capacitación del personal

- Entrenamiento en el manejo de especies del páramo.
- Capacitación en el uso de tecnología para monitoreo de condiciones ambientales.

10.1.11 Implementación operativa (fase posterior al diseño-no es objeto de este proyecto)

- Siembra de especies del páramo
 - Identificación de especies a cultivar y su reproducción.
 - Implementación de actividades de siembra y propagación.

10.1.12 Manejo de la producción

- Control de plagas y enfermedades.
- Seguimiento de crecimiento y calidad de las plantas.

10.1.13 Mantenimiento de infraestructura

- Revisión periódica de equipos y sistemas de riego.
- Mantenimiento de invernaderos y áreas de cultivo.

10.1.14 Monitoreo y control

- Monitoreo ambiental

- Recolección de datos de temperatura, humedad y otros factores ambientales.
- Ajustes en el manejo de las condiciones ambientales según las necesidades de las especies.
- Control de la producción
 - Evaluación periódica del crecimiento de las especies.
 - Ajustes en los métodos de cultivo para optimizar la producción.

10.1.15 Evaluación de Impacto Ambiental

- Seguimiento del impacto de la construcción y operación del vivero en el ecosistema circundante.
- Generación de informes de cumplimiento ambiental.

10.1.16 Comercialización y/o distribución

10.1.17 Desarrollo de estrategia de mercado

- Identificación de clientes potenciales (gobierno, ONGs, proyectos de restauración).
- Establecimiento de precios y políticas de distribución.

10.1.18 Alianzas y convenios

- Negociación de acuerdos con entidades gubernamentales y organizaciones ecologistas.
- Alianzas para proyectos de reforestación o restauración ecológica.

10.1.19 Distribución de especies

- Logística de entrega de plantas a proyectos de restauración.
- Planificación de actividades de reforestación con especies producidas.

10.1.20 Cierre del proyecto

10.1.21 Revisión final

- Evaluación final del proyecto en términos de cumplimiento de objetivos.
- Informe final sobre la operación del vivero y la calidad de las especies producidas.

10.1.22 Documentación y lecciones aprendidas

- Recopilación de documentos, informes y materiales de formación.
- Identificación de lecciones aprendidas para proyectos futuros.

10.1.23 Cierre administrativo

- Liberación de recursos.
- Evaluación del desempeño del equipo y cierre formal del proyecto.

Cada una de estas fases debe estar claramente definida, con responsables asignados y un cronograma preciso, lo cual permitirá evaluar el desempeño del proyecto y asegurar que se cumplan los objetivos de conservación y restauración del ecosistema de páramo.

10.2 Matriz de Marco Lógico

La matriz del marco lógico es una herramienta para la conceptualización, el diseño, la ejecución, el seguimiento del desempeño y la evaluación de proyectos. El objetivo principal de esta matriz es brindar una estructura al proceso de planificación para con base en ella poder comunicar la información relacionada con el proyecto.

Tabla 3. *Modelo Matriz de Marco Lógico*

Resumen	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin			
Propósito			
Componentes (productos)			
Actividades			

A continuación, se presenta la Matriz de Marco Lógico (MML) para el proyecto de diseño de un vivero de especies del páramo de Santurbán, estructurada en las columnas solicitadas: resumen, indicadores, medios de verificación y supuestos. La matriz se divide en las filas correspondientes a fin, propósitos, componentes (productos) y actividades.

Tabla 4. *Matriz de Marco Lógico proyecto Vivero de Páramo*

Nivel	Resumen	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Contribuir a la conservación del ecosistema de páramo en Santurbán mediante el diseño de un vivero de especies nativas, la identificación de protocolos de propagación y el diseño de un programa de capacitación para actores locales.	Documento técnico del diseño del vivero aprobado, número de protocolos de propagación desarrollados, plan de capacitación estructurado.	Informes técnicos, documentos aprobados, actas de socialización.	Compromiso institucional y comunitario para la implementación posterior del vivero y del programa de capacitación.
Propósitos	Diseñar un vivero de especies nativas del páramo de Santurbán, identificar protocolos de propagación y	Diseño del vivero finalizado y validado, al menos 10 protocolos de propagación	Documentos técnicos, registros de reuniones, informes de	Acceso a información técnica sobre especies nativas y disponibilidad de expertos en

	desarrollar un programa de capacitación para actores locales.	identificados, programa de capacitación estructurado y validado.	validación.	propagación.
Componentes (Productos)	1. Diseño técnico del vivero elaborado. 2. Protocolos de propagación para especies nativas identificados. 3. Programa de capacitación para actores locales diseñado.	1. Documento técnico del vivero aprobado. 2. Número de protocolos de propagación identificados. 3. Plan de capacitación estructurado y validado.	1. Informes de diseño. 2. Documentación de protocolos. 3. Materiales didácticos y cronograma del programa de capacitación.	Disponibilidad de información técnica y colaboración de expertos en restauración ecológica.
Actividades	1. Elaboración del diseño del vivero. 2. Investigación y documentación de protocolos de propagación. 3. Desarrollo del programa de capacitación para actores locales. 4. Validación y ajuste de los documentos técnicos con expertos y comunidades.	1. % de avance en el diseño del vivero. 2. Cantidad de protocolos documentados. 3. Número de módulos de capacitación desarrollados. 4. Número de sesiones de validación realizadas.	1. Informes de avances. 2. Documentos técnicos y bibliografía utilizada. 3. Listas de asistencia y registros de capacitación. 4. Actas de reuniones de validación.	Colaboración de instituciones ambientales, acceso a expertos en propagación y disposición de actores locales para participar en el programa.

10.2.1 Explicación de la matriz

- **Fin:** Es el objetivo último del proyecto, que en este caso es contribuir a la restauración ecológica de los ecosistemas de páramo en Santurbán, garantizando la conservación de la biodiversidad y la protección de los recursos hídricos en la zona.
- **Propósitos:** Son los objetivos intermedios que se desean alcanzar con el proyecto. El vivero debe operar de manera sostenible y generar un flujo constante de especies nativas para proyectos de restauración. Esto contribuirá a la mejora del ecosistema del páramo.
- **Componentes (productos):** Son los resultados concretos que se deben producir a lo largo del proyecto. Incluye la construcción y operación del vivero, la capacitación del personal y las alianzas con instituciones para asegurar la distribución de las especies producidas.

- **Actividades:** Son las acciones específicas que se deben llevar a cabo para cumplir con los productos y, en última instancia, alcanzar los propósitos y el fin del proyecto. Estas actividades incluyen la construcción de la infraestructura, la capacitación, la siembra y manejo de especies, y la distribución a proyectos de restauración.
- **Indicadores:** Los indicadores son métricas que permiten evaluar si se está alcanzando el objetivo en cada nivel. Ejemplos incluyen el porcentaje de especies cultivadas con éxito o la cantidad de plantas distribuidas a proyectos de restauración.
- **Medios de verificación:** Son las fuentes de información que permitirán comprobar que los indicadores se están cumpliendo. Esto incluye informes, registros de siembra y producción, convenios firmados, entre otros.
- **Supuestos:** Son las condiciones externas que podrían influir en el éxito del proyecto y que deben cumplirse para que las actividades y los resultados se logren según lo planificado. Los supuestos incluyen políticas gubernamentales favorables, apoyo de la comunidad, y acceso a recursos naturales y financieros.

Esta matriz proporciona un marco claro para el monitoreo y evaluación del proyecto, asegurando que se cumpla con los objetivos a través de un enfoque estructurado y basado en indicadores verificables.

Indicadores

Indicadores de Propósito:

- Diseño del vivero finalizado y validado,
- Al menos 10 protocolos de propagación identificados,
- Programa de capacitación estructurado y validado.

10.3 Resumen narrativo

10.3.1 Fin

Contribuir a la conservación del ecosistema de páramo en Santurbán mediante el diseño de un vivero de especies nativas, la identificación de protocolos de propagación y la estructuración de un programa de capacitación para actores locales. Se busca establecer las bases técnicas y metodológicas para la posterior implementación de un vivero que apoye los programas de restauración ecológica en la región.

10.3.2 Propósito

Diseñar un vivero de especies nativas del páramo de Santurbán, identificar protocolos de propagación y desarrollar un programa de capacitación para actores locales.

10.3.3 Componentes o productos

- Diseño técnico del vivero elaborado.
- Protocolos de propagación para especies nativas identificados.
- Programa de capacitación para actores locales diseñado

10.3.3.1 Entregables

- Documento técnico con el diseño detallado del vivero, incluyendo planos y especificaciones.
- Informe con los protocolos de propagación para al menos 10 especies nativas del páramo de Santurbán.

- Programa de capacitación estructurado con módulos de formación, materiales didácticos y cronograma.
- Actas y registros de validación del diseño del vivero, los protocolos y el programa de capacitación con expertos y actores locales.

10.3.3.2 Actividades

- Elaboración del diseño del vivero.
- Investigación y documentación de protocolos de propagación.
- Desarrollo del programa de capacitación para actores locales.
- Validación y ajuste de los documentos técnicos con expertos y comunidades.

10.4 Indicadores

Los indicadores son herramientas clave en la gestión de proyectos, ya que permiten medir el grado de éxito en el logro de los objetivos. Se utilizan para evaluar el desempeño y el impacto de las actividades y resultados, y se pueden clasificar como cualitativos o cuantitativos.

En el contexto del proyecto de diseño y construcción del vivero de especies del páramo de Santurbán, los indicadores se diseñan para monitorear la efectividad de las acciones del proyecto, asegurando que se alcancen los objetivos planteados.

A continuación, se presentan ejemplos de indicadores para cada uno de los niveles del marco lógico del proyecto:

10.4.1 Indicadores para el fin: restauración ecológica del páramo de Santurbán

- Porcentaje de área restaurada con especies nativas del páramo

- Tipo: Cuantitativo.
- Descripción: Mide la proporción del área del páramo restaurada a través de la siembra de especies nativas provenientes del vivero.
- Meta: Restaurar al menos el 20% del área degradada de los ecosistemas de páramo en la región.
- Mejora en la biodiversidad del páramo tras la restauración
 - Tipo: Cuantitativo.
 - Descripción: Evalúa la mejora en la biodiversidad tras la intervención de restauración, utilizando inventarios florísticos y faunísticos.
 - Meta: Incrementar la biodiversidad en un 30% en las áreas restauradas después de 5 años.

10.4.2 Indicadores para el propósito: vivero sostenible para la producción y distribución de especies nativas

- Cantidad de especies cultivadas y distribuidas a proyectos de restauración
 - Tipo: Cuantitativo.
 - Descripción: Mide el volumen de especies nativas producidas y distribuidas desde el vivero a proyectos de restauración.
 - Meta: Producir y distribuir 200,000 plantas nativas del páramo en los primeros 3 años del proyecto.
- Porcentaje de especies cultivadas con éxito (supervivencia y crecimiento)
 - Tipo: Cuantitativo.

- Descripción: Mide la tasa de supervivencia y el crecimiento saludable de las especies plantadas en el vivero.
- Meta: Lograr una tasa de supervivencia superior al 85% para las especies cultivadas.

10.4.3 Indicadores para los componentes (productos)

- Vivero operativo diseñado con infraestructura adecuada.
 - Tipo: Cuantitativo.
 - Descripción: Evalúa el diseño de la construcción y operatividad del vivero, incluyendo las instalaciones como invernaderos y sistemas de riego.
 - Meta: Finalizar el diseño de la construcción del vivero en 12 meses
- Personal capacitado en el manejo de especies del páramo.
 - Tipo: Cuantitativo.
 - Descripción: Mide el número de personas capacitadas en el manejo de las especies y las técnicas de restauración ecológica.
 - Meta: Capacitar al 100% del personal del vivero (al menos 10 personas) en el primer año.
- Gestión de Alianzas formalizadas con ONGs y entidades gubernamentales
 - Tipo: Cuantitativo.
 - Descripción: Mide el número de acuerdos firmados con organizaciones y entidades clave para la distribución de las plantas.
 - Meta: Formalizar al menos 3 alianzas estratégicas con ONGs y organismos gubernamentales para la distribución de especies en los primeros 18 meses.

10.4.4 Indicadores para las actividades

- Avance en el diseño de la construcción del vivero.
 - Tipo: Cuantitativo.
 - Descripción: Mide el porcentaje de avance del diseño de la infraestructura del vivero.
 - Meta: Completar el diseño de la construcción del vivero en un 100% en los primeros 12 meses.
- Número de horas de capacitación impartidas.
 - Tipo: Cuantitativo.
 - Descripción: Mide la cantidad de horas de capacitación ofrecidas al personal en técnicas de manejo y cultivo de especies nativas.
 - Meta: Impartir 200 horas de capacitación durante los primeros 18 meses del proyecto.
- Número de protocolos de propagación de especies de páramo formulados
 - Tipo: Cuantitativo.
 - Descripción: Mide el total de especies con protocolo de propagación formulado.
 - Meta: Formular al menos 10 protocolos de propagación de especies de páramo en el primer año del proyecto.

Tabla 5. Resumen de los indicadores

Nivel	Indicador	Tipo	Meta
Fin	Porcentaje de área restaurada	Cuantitativo	20% del área degradada restaurada.
	Mejora en la biodiversidad	Cuantitativo	Incremento del 30% en biodiversidad.

Nivel	Indicador	Tipo	Meta
Propósito	Cantidad de especies cultivadas y distribuidas	Cuantitativo	50,000 plantas distribuidas.
	Porcentaje de especies cultivadas con éxito	Cuantitativo	85% de tasa de supervivencia.
Componentes (Productos)	Vivero operativo	Cuantitativo	Vivero completo en 12 meses.
	Personal capacitado	Cuantitativo	100% del personal capacitado en el primer año.
	Alianzas formalizadas	Cuantitativo	3 alianzas formalizadas en 18 meses.
Actividades	Avance en el diseño de la construcción del vivero	Cuantitativo	100% del diseño de la infraestructura en 12 meses.
	Número de horas de capacitación	Cuantitativo	200 horas en el primer año.
	Número de especies sembradas	Cuantitativo	10,000 especies sembradas en el primer año.
	Número de plantas distribuidas	Cuantitativo	15,000 plantas distribuidas en el primer año.

10.5 Medios de verificación

Hace referencia a la fuente de información de donde se obtiene la información sobre la situación, comportamiento o desempeño de cada indicador durante la ejecución del proyecto

Los medios de verificación son las fuentes de información o los instrumentos que se utilizarán para obtener datos sobre el comportamiento, desempeño o situación de cada indicador durante la ejecución del proyecto. Estos medios aseguran que la información utilizada para medir el progreso y éxito de los indicadores sea confiable, precisa y verificable.

En el contexto del proyecto del vivero de especies del páramo de Santurbán, los medios de verificación permiten validar los avances de los indicadores establecidos. A continuación, se definen los medios de verificación para los indicadores presentados en las categorías de Propósito, Componentes y Actividades.

1. Indicadores de Propósito

- Especies nativas distribuidas

- Medio de verificación:
 - Reportes de distribución de plantas emitidos por el vivero.
 - Actas de entrega a proyectos de restauración.
 - Bases de datos de especies distribuidas.
- Tasa de supervivencia en restauración
 - Medio de verificación:
 - Informes de monitoreo y seguimiento de restauración.
 - Encuestas - Formatos de campo sobre la supervivencia de plantas.
 - Resultados de inventarios florísticos post-intervención.
- Alianzas con ONGs y entidades gubernamentales
 - Medio de verificación:
 - Contratos o acuerdos formales firmados.
 - Actas de reuniones y acuerdos alcanzados.
 - Correspondencia oficial de las entidades colaboradoras.

2. Indicadores de Componentes (Productos)

- Infraestructura del vivero operativa
 - Medio de verificación:
 - Informe de avance de obra.
 - Fotografías de la construcción e infraestructura.
 - Certificados de cumplimiento de normas de construcción.
- Personal capacitado en manejo de especies nativas
 - Medio de verificación:
 - Registros de capacitación y asistencia.

- Listas de participantes en cursos y talleres.
- Certificados de finalización de cursos de formación.
- Especies sembradas en el vivero
 - Medio de verificación:
 - Registro de siembra de especies.
 - Informes de producción del vivero.
 - Bases de datos de plantas sembradas y gestionadas.

3. Indicadores de Actividades

- Avance en la construcción del vivero
 - Medio de verificación:
 - Cronograma de ejecución de obras.
 - Reportes de avance de obra.
 - Inspecciones periódicas realizadas por el equipo técnico.
- Horas de capacitación impartidas al personal
 - Medio de verificación:
 - Registros de las horas de capacitación.
 - Listas de asistencia a las sesiones de capacitación.
 - Plan de formación del personal y certificados de capacitación.
- Número de especies sembradas en el vivero
 - Medio de verificación:
 - Registro de siembra y producción de plantas.
 - Reportes de inventario de especies sembradas.
 - Bases de datos sobre la cantidad de especies cultivadas.

- Visitas de monitoreo y evaluación realizadas
 - Medio de verificación:
 - Reportes de las visitas de monitoreo.
 - Actas y notas de las reuniones de evaluación.
 - Registros de los informes generados tras las visitas de campo.

Resumen de Medios de Verificación

Tabla 6. *Resumen de medios de verificación*

Indicador	Medio de verificación
Especies nativas distribuidas	Reportes de distribución, actas de entrega, bases de datos de especies distribuidas
Tasa de supervivencia en reforestación	Informes de monitoreo, encuestas de campo, inventarios florísticos post-intervención
Alianzas con ONGs y entidades gubernamentales	Contratos, actas de reuniones, correspondencia oficial
Infraestructura del vivero operativa	Informe de avance, fotografías, certificados de construcción
Personal capacitado en manejo de especies nativas	Registros de capacitación, listas de participantes, certificados de finalización
Especies sembradas en el vivero	Registro de siembra, informes de producción, bases de datos sobre plantas sembradas
Avance en la construcción del vivero	Cronograma de ejecución, reportes de avance, inspecciones periódicas
Horas de capacitación impartidas al personal	Registros de horas, listas de asistencia, plan de formación, certificados de capacitación
Número de especies sembradas en el vivero	Registros de siembra, reportes de inventario, bases de datos sobre especies cultivadas
Visitas de monitoreo y evaluación realizadas	Reportes de visitas, actas de evaluación, registros de informes generados

Nota: Los medios de verificación proporcionan una forma precisa y confiable de medir los avances de los indicadores del proyecto, asegurando que los datos utilizados para evaluar el progreso sean sólidos y verificables. Al contar con medios claros y accesibles, se facilita el seguimiento de las actividades, el control de los resultados y la evaluación continua del proyecto.

10.6 Supuestos

Los supuestos son factores que están fuera de control de la unidad de ejecución del proyecto y de la entidad ejecutora. La columna de supuestos se refiere a la pregunta: ¿Cómo podemos manejar los riesgos?

Los supuestos son factores que están fuera del control directo de la unidad de ejecución del proyecto y de la entidad ejecutora, pero que pueden tener un impacto significativo en el éxito del proyecto. Estos supuestos se consideran como condiciones necesarias que deben cumplirse para que el proyecto se lleve a cabo con éxito. Además, están relacionados con riesgos e incertidumbres que, si no se gestionan adecuadamente, pueden afectar los objetivos, el alcance y el impacto del proyecto.

En el caso del proyecto de diseño de un vivero de especies del páramo de Santurbán, los supuestos son factores externos que pueden influir en la ejecución del proyecto, y es necesario identificarlos para poder gestionarlos adecuadamente a través de planes de contingencia o medidas de mitigación. Estos factores son posibles riesgos que pueden surgir durante el desarrollo del proyecto y que deben ser monitoreados a lo largo de su ciclo de vida.

Definición de Supuestos

A continuación, se presentan algunos ejemplos de supuestos para el proyecto de vivero:

1. Condiciones climáticas favorables
 - Supuesto: El clima de la región será adecuado para el desarrollo de las especies nativas del páramo durante las fases de cultivo y reforestación.
 - Riesgo: Cambios climáticos extremos o fenómenos climáticos no previstos, como sequías prolongadas o heladas severas, podrían afectar la producción y supervivencia de las especies.

- Manejo del riesgo: Implementación de un sistema de riego eficiente, monitoreo continuo del clima, y establecimiento de un protocolo para la protección de plantas frente a heladas y sequías.
2. Acceso a recursos financieros continuos
- Supuesto: Se garantiza el financiamiento continuo y suficiente durante toda la ejecución del proyecto.
 - Riesgo: La falta de acceso oportuno a los fondos comprometidos puede generar demoras o la paralización del proyecto.
 - Manejo del riesgo: Planificación detallada del flujo de caja, acuerdos previos con financiadores, y establecer líneas de crédito adicionales o alianzas estratégicas para asegurar los recursos.
3. Compromiso de las entidades locales y comunidades
- Supuesto: Las autoridades locales y las comunidades alrededor del área del vivero apoyarán el proyecto, proporcionando colaboración en la protección de los ecosistemas y en la reforestación.
 - Riesgo: Falta de apoyo local, desinterés o conflictos con las comunidades podría limitar la efectividad del proyecto.
 - Manejo del riesgo: Fortalecer los mecanismos de participación comunitaria, realizar talleres de sensibilización y establecer acuerdos claros de cooperación.
4. Disponibilidad de material genético de alta calidad
- Supuesto: Existen fuentes confiables y adecuadas para obtener semillas o material genético de especies nativas de calidad para el vivero.

- Riesgo: La escasez o baja calidad del material genético podría afectar la viabilidad de las especies cultivadas.
 - Manejo del riesgo: Establecer alianzas con bancos de semillas y expertos en el cultivo de especies nativas, y mantener una base de datos de proveedores confiables.
5. Condiciones regulatorias y jurídicas estables
- Supuesto: La legislación ambiental y las regulaciones relacionadas con la creación de viveros y la reforestación se mantendrán estables durante la ejecución del proyecto.
 - Riesgo: Cambios en las políticas ambientales o nuevas regulaciones restrictivas pueden dificultar la operación del vivero.
 - Manejo del riesgo: Monitoreo constante de las políticas ambientales, cumplimiento estricto de las normativas actuales y adaptación al marco regulatorio en caso de cambios.
6. Estabilidad social y política en la región
- Supuesto: La situación política y social en la región donde se desarrollará el proyecto será estable y favorable para la ejecución de la iniciativa.
 - Riesgo: Inestabilidad política o conflictos sociales podrían retrasar o interrumpir el proyecto.
 - Manejo del riesgo: Monitoreo de la situación social y política, coordinación con las autoridades locales y tener un plan de contingencia en caso de conflictos.
7. Apoyo técnico y logístico adecuado
- Supuesto: Se dispondrá de personal capacitado y recursos logísticos adecuados para la implementación y operación del vivero.
 - Riesgo: La falta de personal capacitado o de recursos logísticos podría afectar la ejecución del proyecto.

- Manejo del riesgo: Capacitación continua del personal, contratación de expertos y alianzas con organizaciones especializadas en la gestión de viveros y reforestación.

Tabla 7. *Resumen de Supuestos y Manejo de Riesgos*

Supuesto	Riesgo	Manejo del riesgo
Condiciones climáticas favorables	Cambios climáticos extremos afectan el cultivo y reforestación	Implementar riego eficiente, monitoreo climático, protocolo para heladas y sequías
Acceso a recursos financieros continuos	Falta de financiamiento oportuno	Planificación financiera detallada, acuerdos con financiadores, líneas de crédito adicionales
Compromiso de las entidades locales y comunidades	Falta de apoyo local o conflictos comunitarios	Sensibilización comunitaria, establecer acuerdos de cooperación claros
Disponibilidad de material genético de alta calidad	Escasez o baja calidad del material genético	Alianzas con bancos de semillas y expertos en especies nativas
Condiciones regulatorias y jurídicas estables	Cambios en regulaciones pueden afectar el proyecto	Monitoreo de políticas ambientales, adaptación al marco regulatorio
Estabilidad social y política	Inestabilidad social o política en la región	Monitoreo continuo de la situación política, planes de contingencia
Apoyo técnico y logístico adecuado	Falta de personal capacitado o recursos logísticos	Capacitación continua, contratación de expertos y alianzas con organizaciones especializadas

Nota: Los supuestos identificados son factores clave para el éxito del proyecto, pero están fuera del control directo de los ejecutores. Es esencial gestionarlos adecuadamente, realizando un seguimiento constante de los riesgos asociados y desarrollando planes de contingencia para minimizar sus impactos. Con esta estrategia de manejo de riesgos, el proyecto podrá adaptarse a posibles cambios y asegurar su éxito a largo plazo.

11. Recursos humanos, materiales y económicos

Para la ejecución del proyecto de diseño y establecimiento de un vivero de especies nativas del páramo de Santurbán, es esencial identificar, definir y asignar los recursos necesarios en tres áreas clave: recursos humanos, materiales y económicos. La adecuada planificación y gestión de estos recursos garantizarán la viabilidad y éxito del proyecto.

11.1 Recursos humanos

Los recursos humanos son las personas necesarias para llevar a cabo las actividades del proyecto. Esto incluye tanto al personal técnico como administrativo, así como a las partes interesadas o colaboradores externos.

11.1.1 Personal técnico

- Gestores de proyectos: Responsables de la coordinación, planificación y ejecución general del proyecto.
- Biólogos/Ecólogos: Especialistas en el manejo y conservación de especies nativas del páramo, encargados del diseño y supervisión de la producción de las especies.
- Técnicos en viveros: Personal capacitado en el manejo diario del vivero, incluyendo siembra, riego, poda y control de plagas.
- Ingenieros Agrónomos: Encargados de asesorar sobre el manejo sostenible de los cultivos y las prácticas agroecológicas dentro del vivero.
- Personal de apoyo logístico: Personal para transporte, distribución de plantas, mantenimiento de la infraestructura y soporte en la reforestación.

11.1.2 Personal administrativo:

- Contadores: Para la gestión financiera y control de los recursos del proyecto.
- Personal de comunicación y relaciones públicas: Encargado de coordinar la sensibilización con las comunidades y las relaciones con los actores involucrados.
- Coordinadores de capacitación: Responsables de la formación continua del personal involucrado en el proyecto.

11.1.3 Colaboradores externos

- Consultores externos en biodiversidad y ecosistemas de páramo: Para proporcionar asesoría técnica sobre la restauración y conservación de ecosistemas de páramo.
- Entidades y ONGs asociadas: Con experiencia en la restauración de hábitats y en la gestión de proyectos ambientales.

11.2 Recursos materiales

Los recursos materiales son aquellos insumos físicos que se necesitarán para el diseño y funcionamiento del vivero, así como para las actividades de reforestación.

11.2.1 Infraestructura y Equipos

- Terreno para el vivero: Espacio adecuado para establecer el vivero, con condiciones favorables para las especies nativas.
- Estructuras de protección (sombra, mallas, invernaderos): Para proteger las plantas jóvenes de las inclemencias climáticas.

11.2.2 Herramientas agrícolas

Herramientas manuales (palas, rastrillos, cuchillos de poda) y equipos mecánicos (motores de riego, generadores).

- Sistema de riego: Instalación de un sistema eficiente de riego, que garantice la disponibilidad de agua en el vivero.

- Material para siembra: Semillas, esquejes y demás material genético de especies nativas del páramo.
- Sustratos y fertilizantes orgánicos: Para garantizar un buen crecimiento de las plantas en las primeras etapas.
- Envases o macetas: Para la germinación y el trasplante de las especies nativas.
- Equipos de monitoreo y evaluación: Herramientas para la medición del crecimiento de las plantas y la evaluación de las condiciones ambientales.

11.2.3 Tecnología

- Software de gestión de viveros: Para llevar el control de las especies sembradas, los inventarios de plantas y el seguimiento del progreso.
- Equipos informáticos y de comunicación: Para la gestión administrativa y la comunicación entre los miembros del equipo.

11.3 Recursos económicos

Los recursos económicos son los fondos necesarios para financiar las actividades del proyecto, desde la infraestructura hasta la operación continua del vivero.

11.3.1 Costos iniciales

- Compra de terreno o arrendamiento: Si no se dispone de un terreno propio, es necesario contemplar los costos de adquisición o arrendamiento de un terreno adecuado.
- Construcción de la infraestructura: Involucra el diseño y construcción de las estructuras del vivero, como invernaderos, sistemas de riego, almacenes y oficinas.

- Compra de materiales: Adquisición de semillas, sustratos, herramientas, equipos de riego y otros insumos necesarios para la operación del vivero.

11.3.2 Costos operativos

- Salarios del personal: Costos relacionados con el pago de sueldos al personal involucrado en el proyecto.
- Mantenimiento de equipos e infraestructura: Incluye la reparación y mantenimiento de las herramientas, equipos y estructuras del vivero.
- Suministros continuos: Gastos relacionados con la compra de fertilizantes, pesticidas orgánicos, materiales de siembra y otros insumos durante la operación.

11.3.3 Costos de monitoreo y evaluación

Evaluación continua del proyecto: Fondos para realizar monitoreos y evaluaciones periódicas de la biodiversidad y efectividad del vivero.

11.3.4 Fondo para riesgos y contingencias

Reserva de contingencia: Un porcentaje del presupuesto total para hacer frente a posibles imprevistos o ajustes durante la ejecución del proyecto.

12. Cronograma del proyecto vivero de especies del páramo de Santurbán

Para definir el cronograma del proyecto de diseño y establecimiento de un vivero de especies del páramo de Santurbán, se debe organizar las actividades y entregables en una secuencia temporal lógica, asignando plazos específicos y responsables. A continuación, se

presenta una estructura para el cronograma del proyecto, que contempla tanto las actividades de ejecución como los entregables asociados, con el fin de garantizar que se cumpla el objetivo propuesto: restaurar y conservar especies nativas del páramo.

12.1 Actividades y entregables

El cronograma se organiza en fases de ejecución, actividades específicas y entregables clave.

12.1.1 Fase 1: planificación del proyecto

Tabla 8. Fase 1: planificación del proyecto

Actividad	Plazo (Mes)	Responsable	Entregable
Revisión y validación de los estudios previos	1	Coordinador de Proyecto	Informe de análisis de antecedentes
Adquisición de recursos financieros	2	Finanzas y Dirección	Documento de confirmación de financiamiento
Definición de plan de trabajo y equipo de ejecución	1	Gestor de Proyectos	Plan de trabajo y cronograma finalizado

12.1.2 Fase 2: diseño de infraestructura

Tabla 9. Fase 2: diseño de infraestructura

Actividad	Plazo (Mes)	Responsable	Entregable
Selección del predio	1	Dirección Técnica	Contrato de adquisición o arrendamiento de terreno
Diseño y planificación de infraestructura	1	Ingeniero Agrónomo	Planos y diseños de la infraestructura
Diseño Construcción de vivero e instalaciones	4	Contratistas	Vivero y estructuras operativas
Diseño de sistema de riego y otras infraestructuras	1	Ingeniero en Riego	Sistema de riego instalado

Planificación de Capacitación de actores sociales
Entregables Finales



12.3 Evaluación de progreso y ajustes

Durante la ejecución del proyecto, se realizarán evaluaciones de progreso al final de cada fase para asegurar que los objetivos se estén cumpliendo dentro de los plazos establecidos. Los informes de avance serán compartidos con los financiadores, las autoridades locales y otros actores clave.

13. Difusión y comunicación - Plan de difusión y comunicación del proyecto vivero de especies del páramo de Santurbán

El Plan de Difusión y Comunicación es fundamental para asegurar que todos los interesados en el proyecto de diseño y establecimiento del vivero de especies del páramo de Santurbán estén informados de los avances, el estado del proyecto, y las situaciones particulares que puedan surgir durante su ejecución. La comunicación efectiva garantizará el compromiso de los interesados, transparencia en las actividades, y una gestión eficiente del proyecto.

13.1 Objetivos del plan de difusión y comunicación

- Mantener informados a los interesados: Asegurar que todos los actores clave, incluyendo comunidades locales, entidades gubernamentales, ONPs (Organizaciones No Gubernamentales), y financiadores reciban información precisa sobre el progreso y estado del proyecto.
- Promover la participación y el compromiso: Generar un entorno de confianza y participación activa por parte de los grupos de interés en el desarrollo del proyecto.

- Facilitar la toma de decisiones: Brindar información relevante a los tomadores de decisiones para apoyar las acciones y ajustes necesarios en el proyecto.
- Gestionar expectativas: Informar oportunamente sobre los logros, desafíos y situaciones que puedan afectar el avance del proyecto.

13.2 Estrategias de comunicación

13.2.1 Canales de comunicación

Canales formales:

- Informes Técnicos y Progresos Mensuales: Publicación mensual de un informe escrito detallado, que cubra los avances técnicos, financieros y logísticos, así como las actividades realizadas y las metas alcanzadas.
- Boletines Informativos: Envío periódico (mensual o bimensual) de boletines electrónicos con información relevante sobre el avance del proyecto, logros, cambios y próximos pasos.
- Reuniones de seguimiento: Realización de reuniones de trabajo cada tres meses con los grupos de interés clave (comunidades, autoridades locales, financiadores, etc.) para discutir avances, compartir retos y ajustar el enfoque según sea necesario.

Canales visuales:

- Redes Sociales y Página Web: Creación de cuentas en plataformas como Facebook, Instagram y Twitter para promover la visibilidad del proyecto. Actualización periódica con fotos, videos y resultados alcanzados.

- Infografías: Desarrollar infografías fáciles de entender para compartir sobre los beneficios del proyecto, avances de reforestación, cifras claves, entre otros.
- Videos Documentales: Producción de videos sobre el impacto del proyecto, historias de las comunidades locales y testimonios de los involucrados. Estos videos pueden ser presentados en reuniones comunitarias y distribuidos en plataformas digitales.

Canales presenciales:

- Reuniones Comunitarias: Organizar eventos en las comunidades locales donde se llevará a cabo la reforestación, con el objetivo de informar sobre el proyecto, obtener retroalimentación y mantener el involucramiento activo.
- Talleres y Capacitaciones: Organizar talleres para capacitar a las comunidades locales y al personal del vivero sobre las prácticas de manejo y cuidado de especies del páramo, con la participación de los interesados.

Tabla 13. *Tiempos y frecuencia de la comunicación*

Actividad	Frecuencia	Responsables	Canal
Informes de avance del proyecto	Mensual	Coordinador de Proyecto	Correo electrónico, boletín
Reuniones con actores clave	Trimestral	Gestor de Relaciones Externas	Reuniones presenciales, videoconferencias
Boletines informativos	Mensual	Equipo de Comunicación	Correo electrónico, redes sociales
Publicaciones en redes sociales	Semanal	Community Manager	Facebook, Instagram, Twitter
Reuniones comunitarias y talleres	Bimensual o según sea necesario	Coordinador de Participación Social	Reuniones presenciales
Videos documentales	Anual (o según avance importante)	Equipo de comunicación audiovisual	YouTube, página web, redes sociales

13.3 Contenidos clave de la comunicación

- **Objetivos y Propósito del Proyecto:** Incluir información sobre los beneficios del vivero para la conservación del páramo, la restauración ecológica y el bienestar de las comunidades locales.
- **Avances y Resultados:** Detallar los hitos alcanzados, como el número de especies sembradas, la cantidad de tierra rehabilitada, y la implementación de técnicas de manejo sostenible.
- **Desafíos y Soluciones:** Transparencia respecto a las dificultades encontradas durante la ejecución del proyecto, como problemas climáticos, dificultades logísticas, o barreras económicas, y las soluciones adoptadas.
- **Impacto Ambiental y Social:** Resaltar los beneficios ambientales del proyecto, incluyendo la restauración de ecosistemas, y el impacto social positivo en las comunidades locales (empleo, conocimiento técnico, etc.).
- **Participación Comunitaria:** Promover la participación activa de las comunidades en el proyecto, con énfasis en su papel crucial en el éxito del vivero.

13.4 Evaluación del plan de comunicación

Para asegurar la efectividad del plan de comunicación, se debe evaluar la recepción de la información por parte de los interesados:

- **Encuestas de Satisfacción:** Realizar encuestas periódicas para medir la satisfacción de los grupos de interés respecto a la comunicación.

- Retroalimentación continua: Establecer canales de retroalimentación continua en reuniones y en línea para recoger comentarios de los interesados y ajustar el enfoque comunicativo según sea necesario.
- Monitoreo de redes sociales: Analizar las interacciones en redes sociales para evaluar la efectividad del contenido compartido y ajustar el tipo de publicaciones si es necesario.

14. Método mediante el cual se realizará la evaluación de los resultados de la implementación

Evaluación de los resultados del proyecto: vivero de especies del páramo de Santurbán

La evaluación de los resultados del proyecto es una etapa crucial para medir el impacto de la implementación y garantizar que los objetivos se hayan cumplido. Esta evaluación debe realizarse de manera estructurada y basada en los indicadores definidos en la Matriz de Marco Lógico (MML), considerando tanto los resultados cuantitativos como cualitativos.

A continuación, se detallan los aspectos clave de la *evaluación de los resultados* que se obtendrán una vez el proyecto del vivero haya sido implementado:

14.1 Objetivos de la evaluación de resultados

La evaluación tiene como objetivo principal:

- Medir el impacto ambiental: Valorar los avances en la restauración del ecosistema de páramo y la efectividad del vivero en la conservación de especies nativas.
- Evaluar la efectividad social: Analizar la participación de las comunidades y los beneficios socioeconómicos generados por el proyecto.

- Verificar la sostenibilidad del vivero: Determinar la capacidad del vivero para operar a largo plazo sin la necesidad de intervención externa.
- Identificar lecciones aprendidas: Obtener información para mejorar proyectos futuros, ajustando enfoques y procesos según los resultados obtenidos.

14.2 Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación deben ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con un límite de tiempo (SMART). Algunos de los principales criterios incluyen:

14.2.1 Criterios ambientales

- Superficie restaurada: Medir la cantidad de área de páramo que ha sido rehabilitada a través de las actividades de reforestación del vivero.
- Biodiversidad: Evaluar el aumento de la biodiversidad, considerando el número de especies nativas restauradas en el ecosistema.
- Eficiencia en el manejo de especies: Medir la tasa de supervivencia de las especies sembradas y la efectividad de las prácticas de manejo de las mismas.

14.2.2 Criterios sociales

- Participación de la comunidad: Evaluar el nivel de involucramiento de las comunidades locales en el proyecto, tanto en la toma de decisiones como en las actividades de reforestación.
- Generación de empleo: Medir el impacto en la creación de empleo local y las oportunidades de capacitación que el proyecto ha brindado a las comunidades.

- Satisfacción de los actores clave: Medir el nivel de satisfacción de los beneficiarios y otros grupos de interés mediante encuestas o entrevistas.

14.2.3 Criterios técnicos

- Cumplimiento de plazos y presupuestos: Evaluar si el proyecto se ejecutó dentro de los plazos y presupuesto establecidos en el marco lógico.
- Capacitación técnica: Medir la eficacia de los programas de capacitación para el manejo adecuado del vivero y las especies del páramo.

14.2.4 Criterios financieros

Viabilidad financiera a largo plazo: Evaluar la capacidad del vivero para mantenerse operando con recursos propios o a través de alianzas y financiamiento continuo.

14.3 Métodos y herramientas de evaluación

La evaluación de los resultados se llevará a cabo utilizando diversas *herramientas cualitativas y cuantitativas* que permitan obtener una visión integral del impacto del proyecto:

14.3.1 Indicadores cuantitativos

- Censos y Monitoreo de Biodiversidad: Realización de censos de especies antes y después de la reforestación, con el fin de medir el impacto en la biodiversidad.
- Superficie Restaurada: Cuantificación de la superficie restaurada y compararla con las metas establecidas en la planificación inicial.

- Tasa de Supervivencia de Plantas: Realizar un seguimiento anual a la tasa de supervivencia de las especies sembradas en el vivero.
- Evaluación del Empleo Generado: Contabilizar los puestos de trabajo creados y los ingresos adicionales generados por el proyecto para las comunidades locales.

14.3.2 Indicadores cualitativos

- Encuestas de Satisfacción: Encuestas periódicas a los beneficiarios y grupos de interés para evaluar su nivel de satisfacción con los resultados del proyecto.
- Entrevistas en Profundidad: Realizar entrevistas con líderes comunitarios, técnicos del vivero, y otros actores clave para recoger impresiones y sugerencias de mejora.
- Observación Directa: Visitas regulares al vivero para observar las condiciones de las plantas, el manejo del vivero y la participación de la comunidad.

14.3.3 Herramientas de monitoreo

- Visitas de Campo y Auditorías: Realización de auditorías ambientales y de desempeño técnico en el vivero para verificar la calidad de las prácticas implementadas.
- Informes de Avance: Elaboración de informes técnicos que documenten los logros y desafíos enfrentados durante la ejecución del proyecto.
- Reuniones de Evaluación: Organizar reuniones periódicas con los grupos de interés para evaluar el avance del proyecto y tomar decisiones correctivas si es necesario.

14.4 Cronograma de evaluación

Tabla 14. *Cronograma de evaluación*

Actividad de Evaluación	Frecuencia	Responsable
--------------------------------	-------------------	--------------------

Actividad de Evaluación	Frecuencia	Responsable
Evaluación Ambiental (Superficie restaurada, Biodiversidad)	Anual	Coordinador Ambiental
Encuestas de satisfacción a la comunidad	Bianual	Coordinador Social
Monitoreo de la tasa de supervivencia de plantas	Cada 6 meses	Responsable Técnico
Revisión Financiera	Anual	Analista Financiero
Reunión de Evaluación Final	Al finalizar el proyecto	Comité Evaluador

14.5 Informe Final de Evaluación

Al concluir la evaluación, se elaborará un informe final que resuma los resultados obtenidos, con especial énfasis en:

- Impacto alcanzado en términos ambientales, sociales y financieros.
- Lecciones aprendidas que podrían ser útiles para futuros proyectos similares.
- Recomendaciones para asegurar la sostenibilidad del vivero a largo plazo y mejorar la efectividad del proyecto.

15. Resultados

15.1 Entregable 1. Documento selección de al menos diez especies nativas del páramo de Santurbán - Berlín, y propuesta de los correspondientes protocolos de propagación y manejo

15.1.1 Presentación

El páramo de Santurbán-Berlín, un ecosistema de alta montaña localizado en la región andina de los departamentos de Santander y Norte de Santander en Colombia es un entorno de vital importancia ecológica y socioeconómica. Este ecosistema no solo actúa como regulador hídrico, proporcionando agua a millones de personas en las dos áreas metropolitanas de la región

(Bucaramanga y Cúcuta), sino que también alberga una biodiversidad única con numerosas especies endémicas que sumadas a las de distribución general, desempeñan una función determinante en el equilibrio ecológico del bioma de alta montaña. Sin embargo, la creciente presión antropogénica, incluyendo actividades agropecuarias, mineras, y el cambio climático, ha puesto en riesgo la integridad de este frágil ecosistema, subrayando la necesidad urgente de implementar estrategias de conservación y restauración.

En este contexto, el presente proyecto se centra en la identificación y selección de al menos diez (10) especies nativas del páramo de Santurbán, con el objetivo de identificar y proponer sus protocolos de propagación y manejo, como esfuerzo es fundamental para el diseño e implementación de un vivero forestal que pueda servir como plataforma para profundizar el conocimiento sobre estas especies y desarrollar acciones efectivas de restauración ecológica del ecosistema. Al establecer métodos eficientes y sostenibles para la propagación de especies nativas, el proyecto no solo contribuirá a la recuperación de áreas degradadas, sino que también fomentará la resiliencia del páramo y de las comunidades locales frente a las amenazas actuales.

El vivero forestal propuesto se convertirá en un centro de investigación y acción, proporcionando material vegetal y conocimientos necesarios para la restauración ecológica del páramo de Santurbán.

A través de la implementación de técnicas avanzadas y adaptadas a las condiciones locales, el proyecto propone, además, fortalecer las capacidades de las comunidades locales y actores interesados, promoviendo una gestión participativa y sostenible del territorio. En última instancia, este proyecto representa un paso significativo hacia la preservación y restauración de uno de los ecosistemas más importantes de Colombia, garantizando su protección y sostenibilidad de los servicios ecosistémicos necesarios para las generaciones futuras.

El método para la selección de las especies vegetales nativas se fundamenta, en adelantar una revisión de la literatura técnica y científica en la región y en el país, sobre las cuales se puedan identificar aquellas que cuenten con estudios de fenología, protocolos de propagación y manejo.

15.1.2 Flora del páramo de Santurbán – Berlín

15.1.2.1 Antecedentes de la flora

- Páramo de Berlín

Primero es importante referenciar información sobre aspectos de caracterización de flora del páramo Santurbán - Berlín, que permite identificar un listado numeroso de especies vegetales características de la alta montaña.

De acuerdo con Rodríguez Pinzón (2001), florísticamente, en la Microcuenca del río Jordán, para la franja paramuna se registran formaciones vegetales del tipo pajonal, rosetal, frailejonal, matorral y vegetación hidromófica en los márgenes de lagunas, humedales y riberas de las quebradas. Documento Técnico de Soporte para la Declaratoria del DMI Páramo de Berlín. CDMB.

En cuanto a estructura y composición florística Rodríguez Pinzón (2001; citado por CDMB, 2007) indica que dichos relictos boscosos están compuestos por estratos de tipo arbóreo, arbustivo, herbáceo, trepador y rasante, con dominio de arbustos de *Polylepis quadrijuga* (siete capas), *Vallea stipularis* (raque), *Baccharis sp.* (chilco), *Rapanea* (cucharo), *Berberis sp.* y gran variedad de briófitos (musgos) que cubren las ramas de los árboles y forman extensos colchones sobre rocas y suelo.

De acuerdo con Rangel (1993; citado por CDMB, 2007) en los páramos secos de la Cordillera Oriental es común registrar especies como *Diplostephium phylloides*, *Bucquetia glutinosa*, *Brachyotum strigosum*, *Gaultheria cordifolia*, *Gaylussacia buxifolia*, entre otras. Su hábito de crecimiento es generalmente leñoso, estas especies además de ser muy sensibles a las quemadas son frecuentemente utilizadas como leña por los campesinos.

La cobertura vegetal natural del subpáramo se ha visto seriamente afectada por el deterioro ambiental ocasionado principalmente por la incorporación de monocultivos, el establecimiento de potreros para la ganadería bovina y ovina extensiva, la tala indiscriminada de arbustos y la extracción de calizas y mármol, que han reducido notablemente la cobertura vegetal natural (Corponor 2000; citado por CDMB, 2007).

No obstante, lo anterior y de acuerdo con el informe final de caracterización y zonificación biogeográfica de Santurbán (2000), hacia el territorio del páramo de Berlín se pueden identificar áreas de vegetación abierta con formaciones vegetales del tipo pajonal con *Calamagrostis sp.* (Poaceae) que ocupan el mayor porcentaje de la cobertura vegetal; cespitoso con especies como *Lachemilla sp.* (Rosaceae) y rosetal con especies de *Puya sp.* (Bromeliaceae) y *Paepalanthus sp.* (Eriocaulaceae) (CDMB, 2007).

De otra parte, también se indica que géneros como *Hypericum* y la caulirrosula *Espeletia* suelen ser dominantes en aquellos sectores del páramo donde los suelos son extremadamente ácidos y de baja fertilidad, *Lachemilla* y *Acaena* se adaptan a cualquier condición de suelo excepto a los de alta saturación de humedad y finalmente *Echeveria*, *Lupinus* y *Polylepis* se ubican en suelos fértiles a muy fértiles de la zona (CDMB, 2007).

También es importante destacar, que, la cantidad de especies reportadas para estos ecosistemas, que cuentan con estrategias de conservación, estudios de fenología, protocolos de propagación corresponde a un número muy reducido.

En cuanto a Cobertura y Uso actual del Suelo, el 80.5% del suelo del área del Páramo de Berlín se encuentra en uso actual de vegetación natural de páramo (correspondientes pajonales, herbáceas de páramos y arbustos), correspondientes a 35.675 ha (Restrepo Toro, et ál., 2008).

- Páramo de Santurbán

La CDMB. 2019. Establece para áreas del páramo de Santurbán, soportado en estudios anteriores, que, “La topografía fuerte y la presencia de afloramientos rocosos, coadyuvados con las condiciones climáticas y en cierta manera la dedicación minera en vetas y califonia, han limitado la expansión agropecuaria por lo cual las comunidades vegetales de páramo y bosques presentes en terrenos con estas características han mantenido su cobertura vegetal original, sirviendo de hábitat de una gran diversidad de especies faunísticas.

En la región de Santurbán se han registrado un total de 457 especies distribuidas en 111 familias y 266 géneros, de las cuales 374 especies corresponden a dicotiledóneas, 61 a monocotiledóneas y 22 especies a helechos y afines.

1. Vegetación en páramos

Las comunidades vegetales son diversas, algunas son la resultante de intervención antrópica como quemas recurrentes, pastoreo, establecimiento de potreros y cultivos especialmente de papa, y otras resultan del proceso de recuperación natural, resultando un mosaico de comunidades representativas de las diferentes etapas del proceso sucesional, que van desde sectores con predominio de pastos y pajonales sin especies leñosas, hasta sitios con comunidades originales, pasando por toda una gama de estados intermedios.

En general se diferencian en el páramo seis (6) tipos de comunidades vegetales: frailejonales, pajonales-frailejonales, praderas (pastizales-pajonales), matorrales, rosetales y chuscales.

- Frailejonales. Los que se encuentran en la zona norte del PNR son dominados por la especie *Espeletia conglomerata*. En ellos se identificaron 22 especies entre plantas vasculares y helechos, con predominio de las familias Asteraceae y Poaceae. Poseen un estrato rasante inferior a 0,3 m de altura y cobertura de 70% y otro herbáceo entre 0,3 - 1,5 m de altura con cobertura de 80%.

Los que se hallan el sur del PNR, hacia el páramo de Romeral, tienen como especies dominantes a *Espeletia conglomerata*, *Espeletiopsis funkii* y en menor proporción *Espeletia brassicoidea*, esta última con distribución restringida al páramo de Santurbán. Las tres especies están catalogadas con algún riesgo de extinción.

- Pajonales-Frailejonales. Se distribuyen desde los 3200 hasta los 3800 metros de altitud aproximadamente y corresponden a comunidades integradas principalmente por *Calamagrostis effusa* y *Espeletia brassicoidea* o *Espeletia conglomerata*. En el sector sur del PNR, la comunidad presenta un estrato arbustivo conformado por individuos de *E. brassicoidea* que alcanzan alturas hasta de 5 metros, lo cual indica que se encuentra mejor conservada que su equivalente de la zona norte. En el estrato herbáceo predominan las macollas de *Calamagrostis effusa*, con coberturas que generalmente superan el 60%.
- Praderas (pastizales-pajonales). Esta comunidad se localiza principalmente en el municipio de Vetas y en el páramo de Monsalve y se caracteriza por la dominancia de gramíneas en macolla como *Calamagrostis effusa* y *Cortaderia* sp.,

En menor grado existe presencia de *Agrostis* sp, *Arcytophyllum muticum*, *Carex pygmaea*, *Eryngium humile* y *Gnaphalium* sp., entre otras. Dentro de ella se diferencian a su vez las siguientes comunidades:

- **Juncacio-Cypericio -Sclerioetum:** gramíneas de hasta 1,5 m de altura desarrollada en zonas inundables, cuyas plantas tienen sumergido parte de su tallo en el agua. Presenta un estrato alto de elementos con hojas filiformes o lanceoladas y otro herbáceo, acompañado de pequeños arbustos dispersos de hojas nanófilas. Dentro de los elementos acompañantes están *Tagetes*, *Equisetum*, *Amaranthus* y varias especies de la familia *Poaceae*.
- **Polipodio - Elaphoglossio - Sisyrinchuetum:** Se desarrolla en suelos poco profundos, con vegetación graminiforme y un estrato rasante de hojas lanceoladas, cuyas espigas no superan los 10 cm de altura. Forma un manto continuo matizado por pequeños subarbustos enanos de hojas nanófilas, algunas plantas estoloníferas, elementos arrositados suculentos y plantas cespitosas. Como elementos acompañantes están *Echeveria*, *Pernettya*, *Polylepis* y varias especies de la familia *Poaceae*.
- **Alopecurio - Gouinio - Asplenioetum:** El estrato herbáceo lo constituyen gramíneas acompañadas de otros elementos herbáceos; el rasante está formado por elementos arrositados y estoloniformes que forman un tapete denso y continuo. Como elementos acompañantes están *Arcytophyllum*, *Chaptalia*, *Rumex*, *Sporobolus*, *Pectis*, *Aciachne*, *Acaena*, *Lupinus*, *Pernettya*, *Polylepis*, *Lycopodium*, *Stipa* y *Muelembergia*.

- Sphagnio - Paspalio - Asplenioetum: crece en sectores de pendiente menor al 5%, sobre un suelo permanentemente anegado y profundo. Se trata de una pradera de vegetación graminiforme con sinusia de arbustos enanos. El estrato emergente está constituido por plantas arrosetadas y algunas estoloniformes. Los elementos acompañantes son: Castilleja, Merostachys, Erigeron, Hypericum, Cirsium, Pnippisia, Lachemilla, Pennisetum, Melinis, y Chaptalia.
- Matorrales. Se caracterizan por el predominio de elementos leñosos, entre los que se destacan especies pertenecientes a los géneros Hypericum, Arcytophyllum, Diplostephium, Hesperomeles y Castilleja. Aunque esta comunidad ha sufrido de alteraciones por la realización de constantes quemadas, en general se observa una franca recuperación de su composición y estructura, evidenciada en la presencia de Ericáceas como Gaultheria anastomosans y Pernettya prostrata, distintas especies de Hypericum, y Arcytophyllum, todas ellas típicas de páramos bien conservados o en proceso de recuperación. En el PNR los matorrales están conformados por las siguientes comunidades:
 - Arcytophyllum nitidum: constituida por 23 especies, muestra dos estratos: uno rasante con el 60% de cobertura, encontrándose 21 especies, donde la mayor participación corresponde a Lycopodium thyoides y Calamagrostis effusa, y otro herbáceo, conformado por 9 especies, donde Arcytophyllum nitidum y Calamagrostis effusa son dominantes.
 - Matorral de “chite” o “guarda rocío” (Hypericum juniperinum): Comprende 39 especies de plantas, con predominio de las familias

Asteraceae, Ericaceae y Rosaceae, y neta dominancia de *Hypericum juniperinum*.

- Arcytophyllio - Elaphoglossio - Lycopodioetum: matorral enano disperso sobre rocas, grietas o pequeñas concavidades donde se ha depositado material meteorizado. Tiene un estrato subarbustivo, otro de plantas herbáceas y otro de vegetación cespitosa de líquenes y musgos que crecen sobre las rocas.
- Befario - Lupinio – Hypericoetum: se trata de un matorral enano disperso sobre rocas, que tiene un estrato subarbustivo y uno herbáceo de elementos con hojas nanófilas. Las especies acompañantes son de los géneros *Lycoseris*, *Evulvus*, *Pectis*, *Liabum* y *Castilleja*.
- Hyperico - Loricario - Asplenioetum: matorral disperso sobre rocas que presenta un estrato subarbustivo y uno rasante de plantas estoloníferas y elementos cespitosos. Como acompañantes están especies de los géneros *Lachemilla*, *Senecio*, *Lycopodium*, *Castilleja*, *Erigeron*, *Pernettya*, *Cora*, *Sphagnum*, *Gualtheria*, *Hesperomeles*, *Macgraviastrum* y *Thibaudia*.
- Hyperico - Calamagrostio - Acaenoetum: Tiene un estrato de plantas leñosas, otro herbáceo de elementos en macolla y otro rasante con elementos arrosetados acompañados de elementos estoloníferos y cespitosos sobre el substrato, que en su conjunto forman un manto vegetal que cubre el 90% del suelo.
- Arcytophyllio - Calamagrostio - Eriocaulletum: matorral enano con un estrato de plantas leñosas de ramificaciones apretadas y densas, otro

estrato herbáceo con plantas de hojas nanófilas, y otro rasante de plantas arrosetadas y estoloníferas. Como elementos acompañantes está *Xyris* y Poáceas como *Tagetes*, *Sonchus* y *Lachemilla*.

- *Gaultherio - Pernettyo - Elaphoglossoetum*: disperso sobre rocas, con un estrato subarborescente, otro herbáceo conformado por elementos gramínicos, y otro rasante formado por plantas arrosetadas y estoloníferas, con algunos elementos cespitosos. Dentro de los elementos acompañantes están *Echinochloa*, *Drymis*, *Asplenium*, *Peperonia*, *Acaena*, *Prunus*, *Lachemilla*, *Echeverria* y *Equisetum*.
- *Arcytophyllio - Gaultherio - Pernettyoetum*: presenta un estrato herbáceo formado por elementos con hojas nanófilas acompañado por diferentes gramíneas, y otro rasante formado por plantas estoloníferas. Como elementos acompañantes están especies de *Senecio*, *Stipa*, *Setaria*, *Lachemilla*, *Gaudinia*, *Erioneuron*, *Pectis*, *Trixis* y *Sphagnum*.
- *Espeletio - Melampodio - Setarioetum*: matorral con un estrato subarborescente de arrosetadas felposas con altura de hasta 1,2 m, otro estrato herbáceo con plantas de hojas filiformes o lanceoladas, y otro estrato rasante conformado por plantas arrosetadas dispersas en el paisaje y algunos elementos estoloníferos.
- *Arcytophyllio - Hesperomelio - Gaultherioetum*: presenta un estrato subarborescente que alcanza 80 cm, y otro rasante formado por elementos estoloníferos. Los elementos acompañantes son *Elaphoglossum*, *Prunus*,

Distergma, Setaria, Ortache, Senecio, Sphagnum, Blechnum, Adiantum, Polylepis, Hypericum, Liabum y Lycopodium.

- Alopecurio - Plutarchio - Pernettyoetum: se trata de un matorral enano disperso sobre rocas que presenta un estrato subarbustivo, otro herbáceo formado por graminiformes de hojas lanceoladas, acompañado de algunos elementos de hojas nanófilas, y otro rasante formado por elementos cespitosos y líquenes.
- Pernettyo - Arcytophyllio - Ortachneetum: está localizado en zonas expuestas a vientos, en las laderas de pendientes suaves. Presenta un estrato subarbustivo, otro herbáceo de elementos graminiformes, y otro rasante conformado por plantas arrosetadas, elementos estoloniformes, elementos cespitosos y líquenes.
- Róstales. Los róstales con dominio neto de puya o cardón (*Puya* sp.) corresponden a comunidades que generalmente se establecen sobre suelos húmedos de textura arcillosa, entre los 3500 y 3750 msnm, donde dominan especies pertenecientes a las familias Rosaceae y Asteraceae. Presenta tres estratos: rasante, herbáceo y arbustivo, donde el herbáceo es el que tiene la mayor cobertura (75%), seguido por el rasante (50%) y el arbustivo (30%).

En el estrato herbáceo se encuentran 20 especies, entre las que se destaca *Puya* cf. *Killipii*; en el rasante 17 especies, con valores más altos de cobertura para *Arcytophyllum muticum*; y en el arbustivo 3 especies, con mayores porcentajes para *Holodiscus argenteus* y *Tamania chardonii*. Esta última especie está en peligro de extinción y corresponde a un frailejón arbóreo que se distribuye en Colombia y Venezuela, con un areal de distribución de tan sólo 1.516 km².

- Chuscales. Esta comunidad tiende a establecerse en sitios planos y húmedos, especialmente en alrededores de los humedales, en altitudes entre 3600 y 3700 msnm. Se caracterizan por un neto dominio del bambú paramuno (*Chusquea tessellata*), con cañas que en algunos sectores alcanzan alturas de hasta 2 metros. En ocasiones se entremezcla con arbustos de *Monnina aestuans*, *Diplostephium rosmarinifolium* y *Monticalia tolimensis*.

2. Vegetación en Bosques Andinos

En términos generales, los bosques del PNR se hallan en la franja andina sensu Cuatrecasas, muestran un buen estado de conservación con especies características de su estado clímax, según la descripción realizada por Cuatrecasas (1958). Su presencia se ve favorecida por la topografía escarpada del terreno, pero debido a las fuertes pendientes y suelos poco compactos, se presentan derrumbes frecuentes sobre los que se han desarrollado bosques secundarios producto de la regeneración natural.

- Se caracterizan por estar frecuentemente nublados y profusamente epifitados por orquídeas, bromélias, musgos, líquenes y diferentes especies de plantas herbáceas, con predominio de micrófilas.
- El suelo presenta buena cobertura en los estratos rasante y herbáceo con dominancia de especies de las familias Rubiaceae y Arecaceae. Verticalmente se encuentran tres estratos claramente diferenciados, donde el dosel alcanza hasta 22 metros de altura; en el estrato subordinado los árboles exhiben alturas entre 8 y 15 m, mientras que el sotobosque está conformado tanto por especies adultas de arbustos y helechos, como por especies arbóreas en estadios juveniles.

- En los municipios de Suratá y Vetas se encuentran robledales de *Quercus humboldtii*, especie que localmente está asociada con individuos de rampacho (*Clusia* sp.) y cucharo (*Rapanea guianensis*). En el estrato inferior se encuentra palma boba (*Trichipteris frigida*), mano de tigre (*Oreopanax morototoni*) y tuno (*Miconia squamulosa*).
- En la zona de Suratá por encima de los 2900 metros, se encuentra un bosque alto andino, donde el estrato superior está dominado por encenillo (*Weinmannia tomentosa*) y tampaco (*Clusia multiflora*), el estrato medio se presenta dominancia de encenillo, morcate (*Bucquetia glutinosa*) y garrocho (*Viburnum triphyllum*), y el estrato inferior por cucharo (*Rapanea guianensis*) mortiño (*Hesperomeles goudotiana*) y palma boba (*Trichipteris frigida*).
- En la zona de Vetas también hay presencia de bosques altoandinos, con una estructura vertical de tres estratos claramente diferenciados y abundante epifitismo. El estrato medio presenta el mayor número de especies siendo dominado en número de ejemplares por el encenillo (*Weinmannia tomentosa*), el estrato bajo es de regeneración natural escasa, poco variada y bajo número de especies en estado de brinjal, dentro de ellas están chiflo (*Hippeastrum pratense*) y chivato (*Hypericum juniperinum*). Otras especies sobresalientes en términos del índice de valor de importancia son: tampaco (*Clusia multiflora*), cucharo (*Rapanea guianensis*), garrocho (*Viburnum triphyllum*) y romero (*Rosmarinus officinalis*).

15.1.3 Selección de las especies a considerar para la reproducción en viveros

Revisada la información contenida en diferentes estudios, se seleccionaron aquellas especies, que cuentan con protocolos de propagación o experiencias de manejo en viveros, estudios de fenología, entre otros.

A continuación, se relaciona el listado de especies seleccionadas para el desarrollo del proyecto.

Tabla 15. *Especies seleccionadas*

Nombre científico	Nombre común:
Espeletia conglomerata A.C.Sm	Frailejón de mota
Polylepis quadrijuga Bitter.	Siete capas o colorado
Macleania rupestris (Kunth) A.C.Sm	Uva camarera
Diplostephium spinulosum Wedd	Romero de páramo (flor morada).
Weinmannia tomentosa L. f	Encenillo, encino, encenillo peludo.
Macleania rupestris (Kunth) A.C.Sm.	Uva camarona, uva, uvo, chaquilulo, uva de perro, uva camaronera, uva de monte.
Bucquetia glutinosa (L. f.) DC	Charne, saltón, angelito, quebraolla, quebroollo, quebraollo, siete cueros, tuno, ayuela, chispeador, guayabo.
Cortaderia nitida (Kunth) Pilg.	Carrizo, cortadera, cortadero, rabo'ezorro, plumón.
Hesperomeles ferruginea (Pers.) Benth	Mortiño, cerote, noro, guayabo de páramo, manzano.
Monnina salicifolia Ruiz & Pav.	Tinto, ibilán.
Morella pubescens (Willd.) Wilbur	Laurel de cera, olivo de cera, aroma, laurel, olivo, olivón, roble.
Escallonia myrtilloides L.f.	Rodamonte, chilco, chilco colorado, chilco de páramo, sombrerito, pagoda, tiba, tiber, tibar, tobo, mangel, cuasa, cochinito, pagüis.
Bejaria resinosa L.f.	Pegamosco, pegapega, angucho, carbonero, matamosca, mosco, pegamosco de arbolito, pegamosca, azalea del monte, angucha, angujo, carbón, clavelillo

15.1.4 Descripción de la especies y aspectos de propagación o protocolos de manejo

15.1.4.1 Familia Asteraceae

Figura 4. *Espeletia conglomerata*



Tomado de Galván Carvajal y Rojas (2010).

Espeletia conglomerata A.C.Sm

Nombre común: Frailejón de mota

Descripción: Roseta caular, hasta de 2 metros de altura

Distribución, hábitat y aspectos ecológicos: Especie registrada solo para Colombia (Luteyn, 1999). Crece en páramo seco a húmedo. Se ha encontrado florecido en abril - julio y con frutos en noviembre - diciembre. En el área de jurisdicción de la CDMB, se encuentra distribuido en los páramos de Berlín, Vetas y California, en alturas correspondidas entre los 3200 - 3900 m.s.n.m.

Medidas de conservación: Hacer un diagnóstico del estado actual de las poblaciones, en el páramo de Santurbán. Promover la protección a través de áreas de reserva.

Categoría global: En Peligro (EN) (Galván Carvajal y Rojas, 2010).

Aspectos de propagación: Debido al tamaño milimétrico de las semillas, lo cual dificulta la separación una de otra, se realizó una siembra al voleo dentro del germinador, razón por la cual no se tiene un registro que permita establecer el número de semillas sembradas comparada con el número de semillas germinadas, por lo tanto, se tiene como base del proyecto el conteo a partir de las plántulas germinadas.

El tiempo transcurrido desde la siembra en el germinador de las semillas que germinó la primera fue de 40 días.

Se realizó un trasplante a bolsa de 4397 plántulas de frailejón de las cuales se presentó una mortalidad de 707 plántulas, es decir del 16% después del trasplante y las 3690 restantes que corresponden al 84% se encuentra en crecimiento en el vivero.

Después de un año se realizó un muestreo para control de crecimiento con 100 plántulas y se pudo observar que 60 plántulas midieron 5 cm, que corresponde a 60%, 25 plántulas 3 cm que corresponde a 25% y 15 plántulas menos de 3cm que corresponde a 15%.

Según fuentes bibliográficas consultadas *Espeletia conglomerata* crece aproximadamente de 1 a 2,5 cm al año, sin embargo, en el desarrollo de este proyecto se registraron crecimientos de hasta 8 cm en el año en condiciones controladas de vivero.

Las plántulas fueron expuestas y se simularon condiciones climáticas naturales (sol y sombra) logrando obtener un crecimiento acelerado bajo condiciones de sol.

De las 4397 plántulas de frailejón que se trasplantaron a bolsa se presentó una mortalidad de 707 plántulas, es decir del 16%.

Después de un año de crecimiento de la especie se evidenció que de 100 plántulas medidas, 60 de ellas que corresponde al 60% alcanzan altura de 5 cm.

De las plántulas de muestreo, las 60 plántulas que presentaron mayor crecimiento se encuentran asociadas con musgo en su bolsa, el cual nació de forma natural (Mendoza Arias y Martínez Carrillo, 2014).

15.1.4.2 Familia: Rosaceae

Ver siguiente imagen: Manchas-remanentes de bosques de *Polylepis quadrijuga* en Berlín, Tona y vía Berlín – Vetas.

Figura 5. *Polylepis quadrijuga* Bitter



Tomada de Jardín Botánico Eloy Valenzuela (2018).

Polylepis quadrijuga Bitter,

Nombre común: Siete capas o colorado

Descripción: Arbusto de hojas compuestas alternas, haz verde oscuro, envés blanco, corteza rojiza que se desprende de las láminas.

Distribución, hábitat y aspectos ecológicos: Nativa de la Cordillera Oriental Colombiana, con su hábitat natural en páramos entre 2,800 y 4,500 m., siendo la especie arbórea que prospera a mayor altitud en esta cordillera. En Colombia se reportan dos especies: *Polylepis sericea*, en la Cordillera Central, y *Polylepis quadrijuga*, exclusiva de la Cordillera Oriental. Como en el caso de la mayoría de las especies de páramo, las poblaciones de *Polylepis quadrijuga*, están seriamente amenazadas. La destrucción de bosques para actividades agrícolas y de pastoreo, por un lado, y el uso de su madera como leña y precursor de carbón, por otro lado, han reducido drásticamente sus poblaciones. Los árboles de *Polylepis* tienen importancia económica para las comunidades campesinas, ya que son una fuente importante de madera para la cocción de alimentos, construcción de corrales y herramientas. Así mismo, los bosques son zonas utilizadas para el pastoreo del ganado (Rodríguez, 2013; citado por Jardín Botánico Eloy Valenzuela, 2018). Los bosques de *Polylepis* son importantes y en algunos casos el único, hábitat para una diversidad de flora y fauna, incluyendo especies endémicas. El número de especies de aves que usan y habitan los bosques de *Polylepis*, son aproximadamente 170 (Rodríguez, 2013; citado por Jardín Botánico Eloy Valenzuela, 2018). Los bosques de *Polylepis* disminuyen la erosión de los suelos, retienen los nutrientes y sedimentos, y producen una cantidad vital de oxígeno; durante la estación seca descargan gradualmente el agua almacenada durante la época de lluvias (Jardín Botánico Eloy Valenzuela, 2018).

En la región de la CDMB se encuentra registrada para los páramos de Berlín, Charta y Vetas. Se caracteriza por formar pequeños parches donde tiende a ser la especie leñosa dominante o exclusiva; los bosques de diete capas cubren cañadas, pies de laderas, así como lugares rocosos (Galván Carvajal y Rojas, 2010).

Aspectos de propagación y protocolos de manejo:

Fenología - Floración y fructificación: Se encontraron individuos fértiles en estado de flor en el mes de marzo.

Figura 6. Fotografía Inflorescencias de *Polylepis quadrijuga*



Tomada de Jardín Botánico Eloy Valenzuela (2018).

De los frutos recolectados se realizó la extracción de las semillas, las cuales fueron sembradas en sustrato, conformado por tierra de la misma zona donde se encuentran los árboles adultos, se realizó la siembra de 400 semillas. Este proceso de siembra y seguimiento se realiza en el municipio de Vetas, para no alterar la biología de la especie que tiene distribución solo en Alta Montaña.

Entre las conclusiones de los ensayos de propagación realizado por el Jardín Botánico Eloy Valenzuela se encuentran las siguientes:

- Se evidenció un bajo porcentaje de germinación, iniciando con un 24% en el mes de agosto y para noviembre tan sólo un 10% cada uno total de 40 semillas de 400 sembradas inicialmente.
- En el seguimiento a las semillas sembradas se observó el desarrollo de las hojas primarias y nomofilos al igual que un desarrollo mayor del sistema radicular de las especies que iban germinando.
- Se recomienda mejorar las metodologías existentes de producción de plántulas por semilla, estudiando de qué individuos provienen las semillas con mayor porcentaje de germinación, evaluando diferentes mezclas de sustratos, sin embargo, hay que tener en cuenta que las plantas de Bosque Alto andino y Páramo presentan un crecimiento lento.
- Estudiar la posibilidad de reproducir a la especie mediante estacas, investigar si es conveniente utilizar experiencias en germinación y reproducción vegetativa aplicadas a la reforestación (Jardín Botánico Eloy Valenzuela, 2018).

Por otra parte, entre las conclusiones del estudio realizado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas en el 2022, se relacionan las siguientes:

- Debido a las múltiples amenazas a las cuales están expuestos los bosques de *Polylepis* son necesarias acciones de conservación y propagación de la especie. La propagación vegetativa mediante esquejes de *P. quadrijuga* fue posible, y permitió obtener en forma rápida plántulas de porte homogéneo.
- La propagación fue favorecida al utilizar esquejes provenientes de árboles padre con condiciones fenotípicas previamente definidas, en sustrato tierra + arena proporción 1:1 y el uso de alguna de las auxinas propuestas ya que entre estas no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas.

- Los sustratos empleados presentaron diferencias estadísticamente significativas, el sustrato proporción 1:1 resultó ser el mejor sustrato para propagar esquejes de *Polylepis* con más del 50% de esquejes enraizados. La arena como sustrato aporta bondades que incrementan el enraizamiento, número de primordios radiculares y la longitud de la raíz.
- El uso de inductores de enraizamiento es de vital importancia para el desarrollo de esquejes de *P. quadrijuga* por lo cual, el control (C) fue el único ensayo que no presentó desarrollo radicular, en los demás, al menos un esqueje presentó desarrollo de raíz a los 30 días.
- En el conteo de esporas asociadas a la rizósfera de relictos de *P. quadrijuga* se encontró una correlación directamente proporcional entre el número de esporas y las diferentes variables fisicoquímicas del suelo.
- Por lo cual se concluye que a medida que aumenta la altitud disminuyen los valores asociados a cada una de las variables edáficas, así como el número de esporas/ 100 g de suelo. No existen diferencias significativas entre las muestras evaluadas en el mismo rango altitudinal, lo cual otorgó una confianza del 95% al conteo realizado. El número promedio de esporas para la muestra a los 3665 msnm fue de 582/100 g de suelo, y a los 4000 msnm fue de 416/100 g (Moreno González y Romero Quintero, 2022).

Ericaceae

Macleania rupestris (Kunth) A.C.Sm.

Descripción: Arbusto de 1.5 metros de altura, frutos morados cuando maduros; crecimiento inclinado.

Nombre común: Uva camarera

Distribución y aspectos ecológicos: Especie registrada para los páramos de Costa Rica, Colombia, Venezuela y Ecuador, entre los 3250 a 4100 m.s.n.m. (Luteyn, 1999). En el área de jurisdicción de la CDMB se registra para los páramos de Berlín, Vetas y California.

Habita en zonas escarpadas, afloramientos rocosos.

Aspectos de propagación y protocolos de manejo:

Algunas conclusiones preliminares:

El uso de enraizador hormonal en la propagación en *Macleania rupestris*, no garantiza un porcentaje enraizamiento y prendimiento superior al 25 % por lo cual se considera que, para la especie es mejor emplear otros métodos de propagación vegetativa como los acodos expresan callosidad temprana.

Guerrero Ramírez y Camacho Prieto (2022) recomiendan en el estudio: *Desarrollo de Protocolos de Propagación para Especies Importantes en la Restauración Ecológica del Sector de la Laguna de Socha del PNN Pisba*, la correcta implementación de los siguientes flujogramas, lo cual permitirá mejorar la comprensión de los múltiples procesos desarrollados en vivero:

Diagramas de flujo propuesto para cada una de las actividades desarrolladas en el vivero.

Figura 7. Diagrama de flujo para la siembra de la semilla

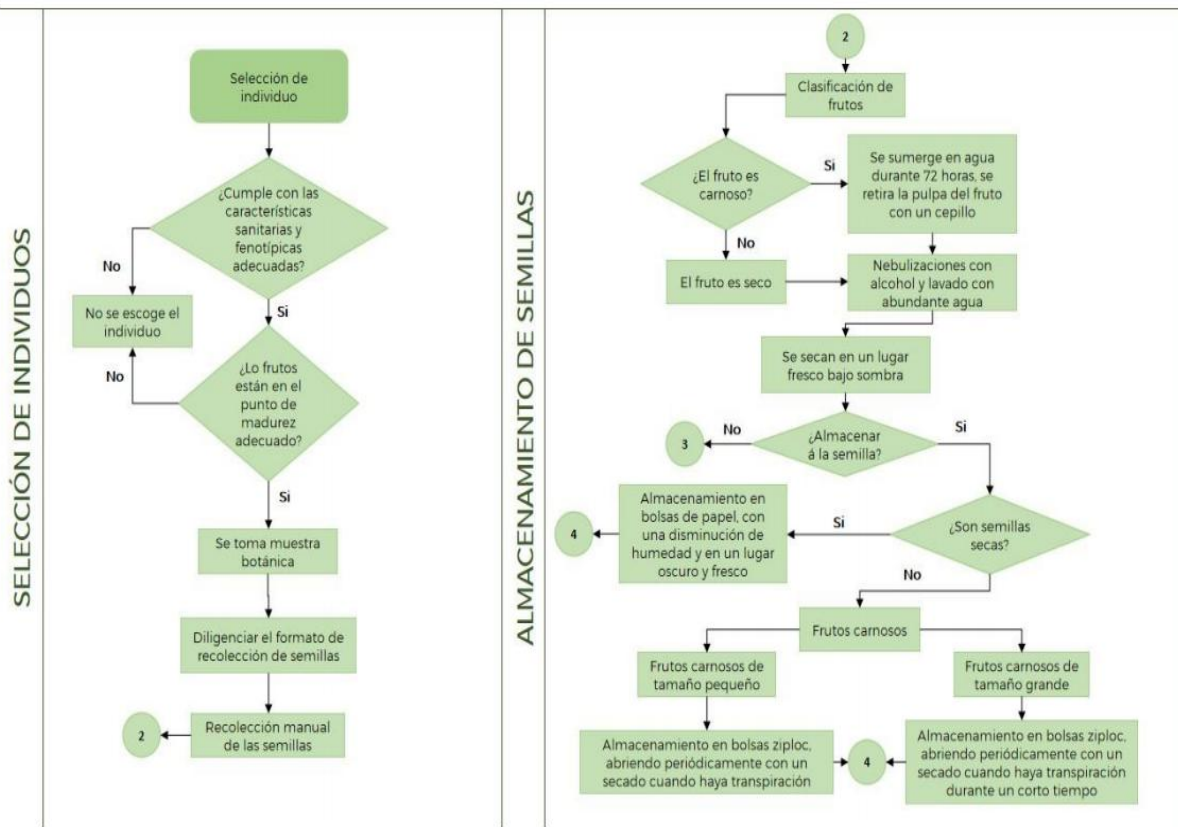


Figura 8. Diagrama de flujo para actividades relacionadas a la siembra de la semilla

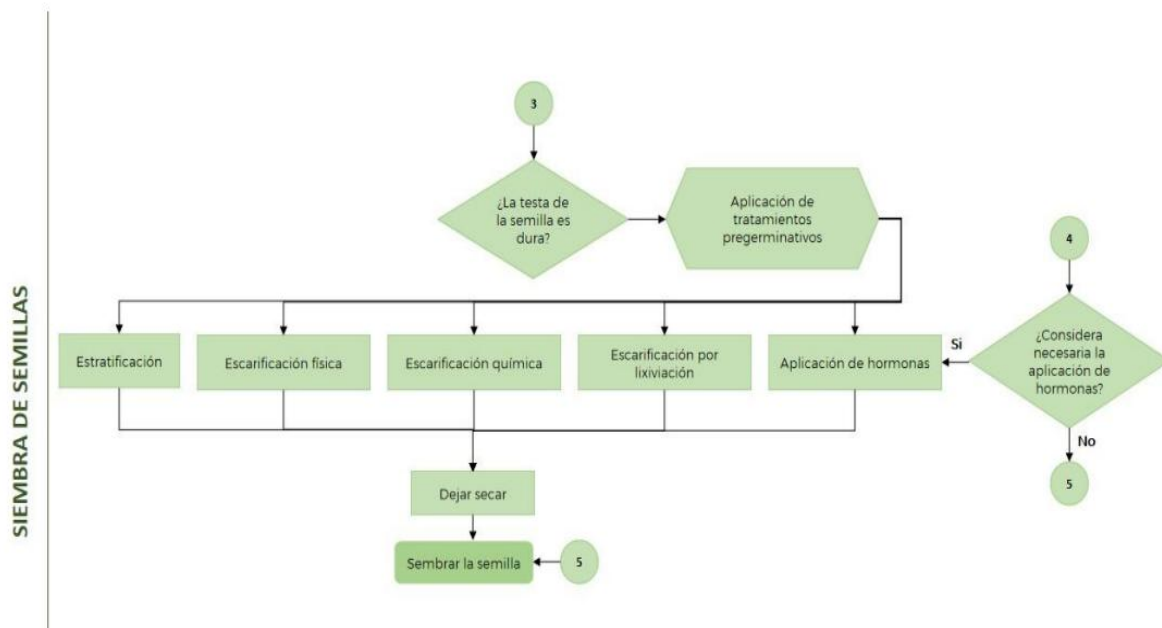


Figura 9. Diagrama de flujo para actividades de preparación del sustrato a cama o a bolsa y desinfección

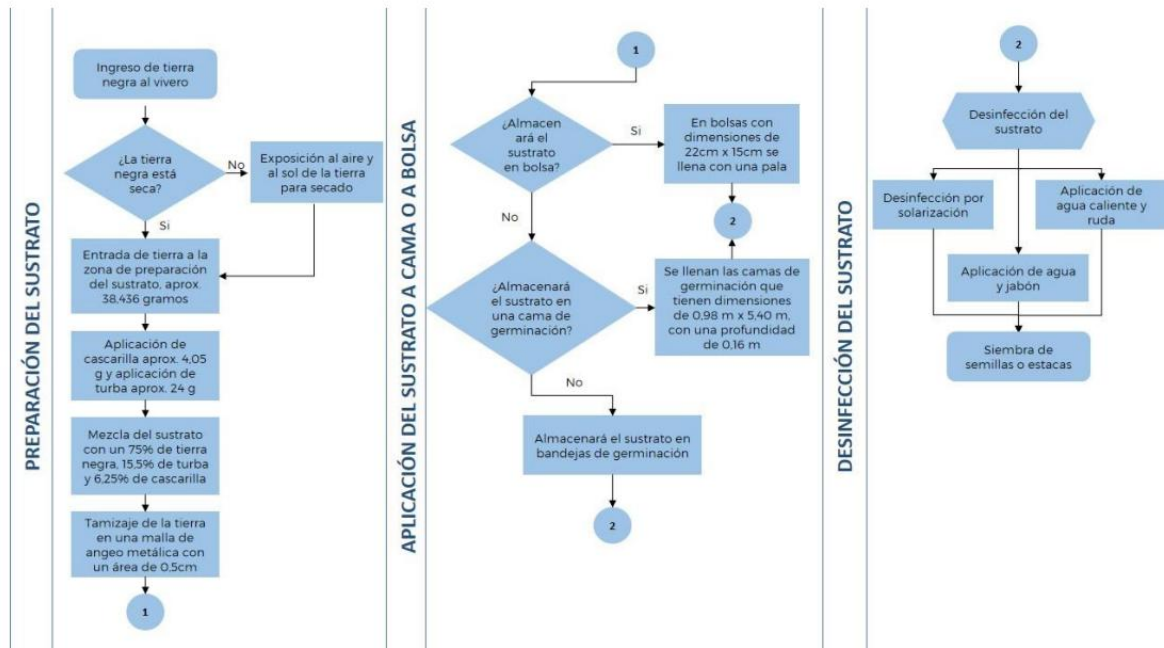
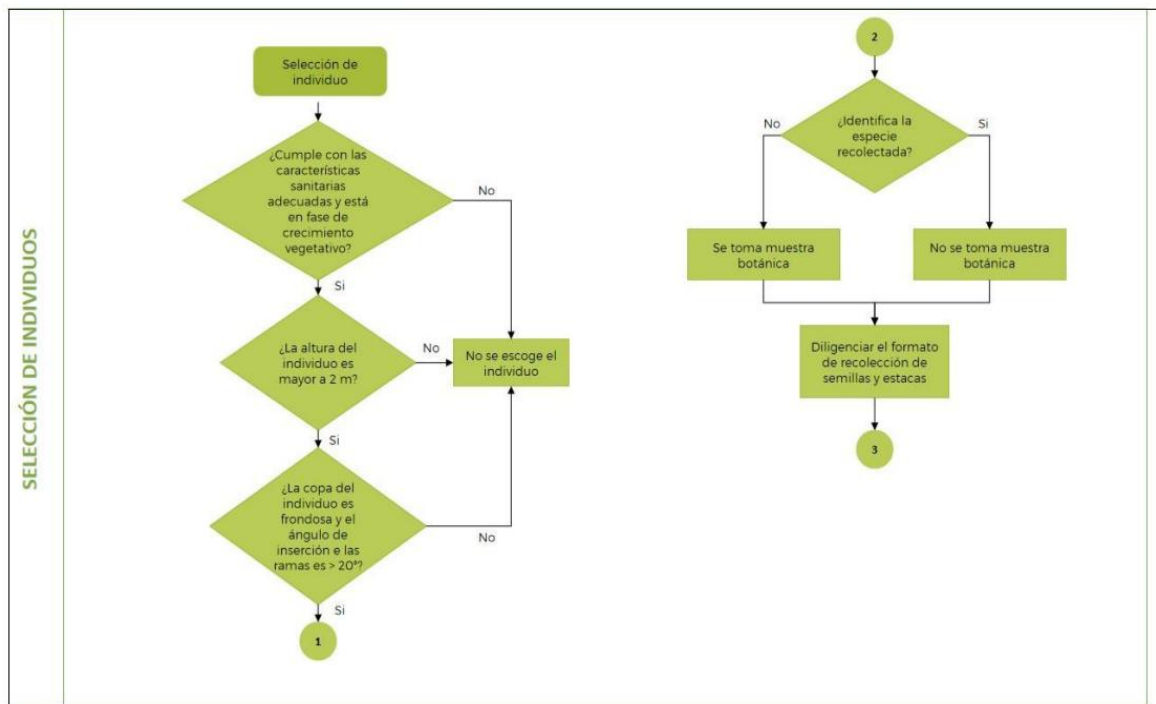


Figura 10. Diagrama de flujo para la selección de individuos



Recomendaciones

- Para la reproducción asexual por medio de estacas, se recomienda usar material en estado juvenil principalmente de la parte basal de la copa del árbol o arbusto.
- Se recomienda utilizar instalaciones de tipo pasivo y activo para garantizar condiciones propicias para el enraizamiento.
- Se debe emplear flujogramas para identificar el orden de las actividades que se desarrollan al interior del vivero, mejorando su comprensión y aumentando el rendimiento.
- Se recomienda realizar otros ensayos empleando diferentes métodos de propagación para la especie *Macleania rupestris* con el fin de evaluar, cuál es el que tiene mejor respuesta (Guerrero Ramírez y Camacho Prieto, 2022).

15.1.4.3 Familia Asteraceae

Figura 11. *Diplostephium spinulosum* Wedd



Autores: Edwin Revelo,
Patricia Velasco-Linares y
Bibiana Pérez Suárez.
Foto: César Marín.

Diplostephium spinulosum Wedd.

Nombres comunes: Romero de páramo (flor morada).

Forma de vida y crecimiento: Arbusto.

Distribución nacional: Cauca y Nariño, entre los 3000 y 3530 m de altura, en el límite superior de los bosques andinos y pajonales de páramo.

Rasgos de historia de vida: Sus semillas se dispersan por el viento (anemócora).

Descripción de la especie: Arbusto entre 1,5 y 2 metros de altura. Sus hojas son simples, alternas, con el envés de las hojas tomentoso de color blancuzco. Inflorescencia terminal con flores morado claro. Florece entre febrero y marzo y entre agosto y septiembre. Los frutos aparecen entre abril y mayo y de octubre a noviembre.

Recomendaciones para la propagación: Se sugiere utilizar un sustrato con proporción 2 tierra: 1 chip fino de coco: 1 humus, a 0,5 cm de profundidad. La siembra de las semillas puede hacerse directamente sobre el sustrato, sin enterrar, a una distancia de 2 a 3 cm entre ellas. Una vez sembradas, se aplica una pequeña capa de sustrato para evitar que el riego o el viento pueda moverlas; las semillas germinan hacia los 32 días después de la siembra.

15.1.4.4 Familia Cunoniaceae

Figura 12. *Weinmannia tomentosa* L. f.



Autores: Adriana Vela Morales,
Patricia Velasco-Linares y
Bibiana Pérez Suárez.

Foto: Francisco Fajardo.

Weinmannia tomentosa L. f.

Nombres comunes: Encenillo, encino, encenillo peludo.

Forma de vida y crecimiento: Árbol.

Distribución nacional: Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander y Santander, entre 1700 y 3700 m de altura, en bosque andino y páramo, en zonas sombreadas, con suelos arenosos o rocosos con buena humedad ambiental y en el suelo.

Rasgos de historia de vida: Presenta semillas muy pequeñas y son dispersadas por el viento (anemócora).

Las semillas tienen baja viabilidad y esta disminuye con el tiempo de almacenamiento.

Descripción de la especie: Árbol de 15 a 25 m de altura con hojas compuestas, de 2 a 7 cm de largo, y opuestas. El borde de las hojas es curvado hacia abajo (revoluto), y tiene vellosidades suaves y blancuzcas (tomentoso) por el envés. Las inflorescencias están al final de las ramas en forma de racimos de 4 a 7 cm de longitud, las flores son de tamaño pequeño, color blanco o crema; estas se tornan rojizas en su proceso de formación del fruto, con estambres muy notorios y llamativos. Los frutos son cápsulas pequeñas, color café oscuro o rojizo, poseen varias semillas diminutas en su interior, de color café claro.

Recomendaciones para la propagación

Los frutos se colectan cuando tornan color café, las semillas se pueden sacar con ayuda de pinzas. El tratamiento pregerminativo sugerido es estratificación fría. La siembra puede ser en bandejas sin alveolos en un sustrato con proporción 1 tierra: 2 turba: 1 humus. Las semillas se colocan sobre la superficie del sustrato con una distancia de 2 cm entre las semillas, y se cubren ligeramente con sustrato fino.

Se recomienda cubrir con tapas transparentes para controlar la humedad y la temperatura. La germinación ocurre aproximadamente a los 45 días, con un porcentaje de germinación cercano al 35 %.

15.1.4.5 Familia Ericaceae

Figura 13. *Macleania rupestris* (Kunth) A.C.Sm.



Autores: Luz Marina Martínez,
Patricia Velasco-Linares y
Bibiana Pérez Suárez.
Foto: César Marín.

Macleania rupestris (Kunth) A.C.Sm.

Nombres comunes: Uva camarona, uva, uvo, chaquilulo, uva de perro, uva camaronera, uva de monte.

Forma de vida y crecimiento: Arbusto o arbolito, algunas veces se encuentra como trepadora.

Distribución nacional: Se encuentra en toda Colombia, entre los 2000 y los 4100 m de altura, en terrenos rocosos de bosque altoandino y en bordes de caminos con alta humedad ambiental.

Rasgos de historia de vida: Es una especie de crecimiento lento. Sus frutos son comestibles y sus semillas son dispersadas por aves (zoocoria).

Descripción de la especie: Es un arbusto de hasta 5 m de altura, de hojas simples, alternas, de textura similar al cuero (coriáceas). Las flores son pequeñas, de color rojo intenso, con forma de campana y están agrupadas al final de las ramas (inflorescencias terminales). El fruto es una baya globosa similar a una uva, de 1 a 2 cm de diámetro, con varias semillas pequeñas en su interior, de color morado oscuro cuando está maduro.

Recomendaciones para la propagación: Se puede propagar por esqueje. Las estacas se colectan de plantas con buenas condiciones sanitarias. Se seleccionan estacas de 10 a 15 cm de longitud, con 3 a 5 nudos, y se cortan con tijeras o cuchilla estéril y de forma diagonal. Se conservan en toallas de papel húmedo, entre una bolsa plástica y así se llevan al vivero. Para estimular el crecimiento de raíces se puede usar un licuado de cristales de sábila, sumergiendo en este el extremo que estaba más cercano al tallo principal, o bien usando un enraizante comercial.

Las estacas se siembran en bolsas plásticas individuales con una profundidad de 4 a 5 cm, en un sustrato compuesto por 2 tierra: 1 chip fino de coco: 1 humus.

15.1.4.6 Familia Melastomataceae

Figura 14. *Bucquetia glutinosa* (L. f.) DC.



Autores: Mireya Pérez,
Misael Antonio Palencia,
Patricia Velasco-Linares
y Bibiana Pérez Suárez.
Foto: César Marín

Bucquetia glutinosa (L. f.) DC.

Nombres comunes: Charne, saltón, angelito, quebraolla, quebroollo, quiebraollo, siete cueros, tuno, ayuela, chispeador, guayabo.

Forma de vida y crecimiento: Arbusto o arbolito.

Distribución nacional: Esta especie se ha encontrado en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca, Meta y Santander, entre los 2100 y los 4100 m de altura, en arbustales abiertos de páramo y bosque altoandino. Es frecuente en sitios que se encuentran en recuperación ambiental.

Rasgos de historia de vida: Tiene alta producción de frutos y semillas, las cuales se dispersan por el viento (anemocoria) o caen de la planta por gravedad (barocoria). Es una especie de crecimiento rápido y requiere luz abundante para su desarrollo.

Descripción de la especie: Arbusto con altura máxima de 5 m, con hojas simples y opuestas, de 3 a 5 cm de largo. Las flores tienen cuatro pétalos de color rosado vivo, con estambres amarillos muy visibles.

Los frutos son pequeños en forma de cápsula de aproximadamente 1 cm de largo con color verde, estos abren.

15.1.4.7 Familia Poaceae**Figura 15.** *Cortaderia nitida* (Kunth) Pilg

Autores: Luz Marina Martínez,
Patricia Velasco-Linares y
Bibiana Pérez Suárez.
Foto: César Marín.

Cortaderia nitida (Kunth) Pilg.

Nombres comunes: Carrizo, cortadera, cortadero, rabo'ezorro, plumón.

Forma de vida y crecimiento: Hierba macolla de 1 m de altura.

Distribución nacional: Se encuentra en toda Colombia, entre los 2500 y 4000 m de altura, en zonas de páramo y áreas abiertas de bosque altoandino. Tolera bien los suelos pobres y tiene rápido crecimiento.

Rasgos de historia de vida: Presenta espigas densas con semillas dispersadas principalmente por el viento.

Descripción de la especie: Es una hierba erecta perenne con cañas de 1 a 1,5 m de alto, sus espiguillas son de 10 a 14 mm de largo.

Recomendaciones para la propagación: Se recomienda el método de “división de matas o agámica” el cual es más efectivo cuando la planta se encuentra en crecimiento activo, esto ocurre principalmente en los meses más fríos. Para la propagación por “división de matas” se dividen las plantas madre en pequeñas porciones de 2,5 a 5 cm de diámetro de corona, previa poda de la parte aérea a 15 cm del cuello.

Se recomienda hacer la colecta en horas de la mañana, en segmentos individuales de la macolla donde las hojas tengan unos 15 cm de largo y una longitud de raíz aproximadamente de 3 cm. Se plantan en bolsas de plástico individuales, con previa aplicación de un enraizante comercial, en un sustrato de turba. Una vez plantadas se les realiza una poda de hojas para permitir una recuperación más rápida del proceso de siembra. Se obtienen buenos porcentajes de supervivencia (cerca al 70 %) a los 5 meses de sembradas.

15.1.4.8 Familia Rosaceae

Figura 16. *Hesperomeles ferruginea* (Pers.) Benth.



Fuente: Autores - Fabián Rivera
Varón, Patricia
Velasco-Linares, Bibiana Pérez
Suárez
y Guillermo Andrés Ospina.
Foto: César Marín.

Hesperomeles ferruginea (Pers.) Benth.

Nombres comunes: Mortiño, cerote, noro, guayabo de páramo, manzano.

Forma de vida y crecimiento: Arbusto o arbolito.

Distribución nacional: Se encuentra en toda Colombia, entre los 2800 y los 3800 m de altura, en bosque altoandino y arbustales de páramo.

Rasgos de historia de vida: Los frutos son consumidos por aves y otros animales, los cuales dispersan su semilla (zoocoria).

Descripción de la especie: Alcanza los 6 m de altura. Tiene ramitas con vellos o lanosidades de color pardo-amarillento (ferruginosas). De hojas simples, alternas, con el envés cubierto de vellosidad pardo-amarillenta, de margen aserrada. Las flores están cubiertas externamente de vellosidades ferruginosas y tienen pétalos blancos a crema. El fruto tiene forma parecida a una pequeña manzana, de color rojo a morado al madurar. Generalmente posee 5 semillas por fruto.

Recomendaciones para la propagación: Los frutos se colectan en el mes de febrero, una vez el color de su cáscara presenta un color morado intenso. Los frutos tienen una lenta maduración, el proceso desde inmaduro hasta fruto listo para ser dispersado se evidencia con un cambio de color que puede tardar de 4 a 5 meses. Se sugiere hacer un tratamiento pregerminativo de escarificación de la semilla (lijado). Las semillas se siembran en bandejas sin alveolos, sobre un sustrato de 1 turba: 1 chip fino de coco, a una profundidad de 1 cm y 4 cm de distancia. Las semillas inician la germinación a los 57 días y el porcentaje de germinación es bajo (menor al 10 %).

15.1.4.9 Familia Polygalaceae**Figura 17.** *Monnina salicifolia* Ruiz & Pav.

Fuente: Autores: Liliana Alpala,
Patricia Velasco-Linares y Bibiana
Pérez Suárez.

Foto: César Marín

Monnina salicifolia Ruiz & Pav.

Nombres Comunes: Tinto, ibilán.

Forma de Vida y Crecimiento: Arbusto o arbolito.

Distribución nacional: Se encuentra en toda Colombia, entre los 1900 y los 4150 m de altura, en bordes de camino, arbustales de páramo, y en áreas abiertas y pedregosas.

Rasgos de historia de vida: Los frutos son apetecidos por las aves, quienes dispersan sus semillas. Presenta floración y fructificación durante todo el año, aunque tiene los picos de producción de noviembre a enero. La fructificación es mayor durante las épocas de lluvia.

Descripción de la especie: Crece entre 1 y 3 m de altura. De hojas simples, alternas y alargadas. Las flores se agrupan en racimos de entre 2 y 9 cm, con flores pequeñas de color azul profundo con estambres amarillos.

El fruto es una pequeña drupa con forma de huevo de 5 a 7 mm de largo y de 3 a 4 mm de ancho, de color rojo cuando está inmaduro y morado oscuro, casi negro, al madurar.

Recomendaciones para la propagación: Los frutos se colectan cuando tienen una coloración morada intensa, luego de verificar la presencia de semilla en su interior. Se recomienda hacer un tratamiento pregerminativo de escarificación física (lijado de las semillas). Las semillas se siembran en bandejas sin alveolos en un sustrato con proporción 1 tierra: 2 turba: 1 humus, a 1 cm de profundidad, separadas entre sí con distancia de 1 a 3 cm. La germinación inicia a los 26 días con un porcentaje de germinación cercano al 35 %.

15.1.4.10 Familia Myricaceae

Figura 18. *Morella pubescens* (Willd.) Wilbur



Autores: Leonor Cecilia Nieves de la Hoz, Alejandro Angulo y Bibiana Pérez Suárez.
Foto: César Marín.

Morella pubescens (Willd.) Wilbur

Nombres comunes: Laurel de cera, olivo de cera, aramo, laurel, olivo, olivón, roble.

Forma de vida y crecimiento: Arbusto o árbol.

Distribución nacional: Se encuentra en toda Colombia, entre los 1700 y los 3900 m de altura, en zonas de laderas y taludes de bosque altoandino y páramo, cerca de zonas húmedas como ríos y quebradas.

Rasgos de historia de vida: Sus frutos son consumidos por aves y otros animales que dispersan sus semillas (zoocoria). Es una especie resistente en áreas degradadas, por lo que resulta de gran utilidad en procesos de restauración ecológica.

Descripción de la especie: Esta especie puede alcanzar los 8 m de altura. Tiene hojas simples y alternas, de margen finamente aserrado.

Las hojas jóvenes son de color verde amarillento. Desprende un olor fuerte y agradable.

Las flores son diminutas y agrupadas. Las flores masculinas son de color amarillento oscuro y las femeninas de color rojizo.

15.1.4.11 Familia Escalloniaceae

Figura 19. *Escallonia myrtilloides* L.f.



Autores: Liliana Alpala
y Bibiana Pérez Suárez.
Foto: César Marín.

Escallonia myrtilloides L.f.

Nombres comunes: Rodamonte, chilco, chilco colorado, chilco de páramo, sombrerito, pagoda, tiba, tíber, tíbar, tobo, mangel, cuasa, cochinito, pagüis.

Forma de vida y crecimiento: Árbol o arbusto.

Distribución: Se encuentra en todo Colombia, entre los 2500 y los 3900 m de altura, en zonas húmedas de bosque altoandino y páramo. Puede formar bosques o estar solitario en zonas de pajonales.

Se adapta bien a bordes de caminos.

Rasgos de historia de vida: Produce abundantes semillas que son dispersadas por el viento (anemócora). La floración inicia en septiembre u octubre y va hasta enero, mientras la fructificación inicia en noviembre y se prolonga hasta marzo.

Descripción de la especie: Árbol de hasta 10 m de altura, con copa en forma de pisos de diferente altura (copa estratificada). Las hojas son pequeñas, simples, alternas, agrupadas en manojos. El borde de la hoja tiene pequeños dientes como sierras y las ramitas son de color rojizo.

Las flores cuelgan de forma solitaria hacia la parte final de las ramas, con forma de campana verde amarillento.

Los frutos son cápsulas que abren por sí solas (dehiscentes), poseen numerosas y diminutas semillas café claro en su interior.

Recomendaciones para la propagación: Los frutos se colectan durante octubre y noviembre, una vez presentan una coloración café oscura y se verifica que contengan semillas en su interior.

La propagación se realiza por semilla y se sugiere un tratamiento pregerminativo de imbibición en agua de coco por 24 horas, o en su defecto en agua fría.

Posteriormente, se siembran en bandejas sin alveolos en un sustrato con proporción 1 tierra: 2 turba: 1 humus. Las semillas se colocan sobre la superficie del sustrato, y se cubren

ligeramente con sustrato fino. La germinación inicia a los 25 días aproximadamente con un porcentaje de germinación cercano al 15 %.

15.1.4.12 Familia Ericaceae

Figura 20. *Bejaria resinosa* L.f.



Autores: Fabián Rivera Varón, Guillermo Andrés Ospina, Patricia Velasco-Linares y Bibiana Pérez Suárez.

Foto: César Marín.

Bejaria resinosa L.f.

Nombres comunes: Pegamosco, pegapega, angucho, carbonero, matamosca, mosco, pegamosco de arbolito, pegamosca, azalea del monte, angucha, angujo, carbón, clavelillo.

Forma de vida y crecimiento: Arbusto o arbolito.

Distribución nacional: Presente en las partes altas de las trespardilleras, entre los 1750 y los 3900 m de altura. Crece en terrenos rocosos o erosionados en las áreas de páramos, requiere luz abundante durante su desarrollo. Se observa frecuentemente en los matorrales del bosque altoandino y páramo.

Rasgos de historia de vida: Produce numerosas semillas diminutas que son dispersadas por el viento. Por su floración abundante es visitada por varias especies de insectos que buscan su néctar.

Descripción de la especie: Arbusto o arbolito de 1,5 a 5 m de altura. Tiene hojas simples, pequeñas, alternas, el envés de color verde blancuzco, hojas de consistencia como la cartulina (cartáceas).

Las flores son rojas a fucsia con estambres blancos o color crema, muy vistosas, brillantes (lustrosas) y cerradas. Presenta resina muy pegajosa que logra atrapar insectos, se encuentran agrupadas principalmente al final de las ramas. El fruto es una cápsula globosa de color café, que abre sola cuando se seca (dehiscente).

Recomendaciones para la propagación:

El tratamiento pregerminativo sugerido es imbibición en agua de lentejas por 24 horas, la cual se prepara dejando en agua una taza de lentejas con dos tazas de agua fría. El agua debe cambiarse diariamente durante tres días, reservándola en un sitio frío. Al tercer día, se licúan las lentejas con el agua recolectada durante los tres días, se filtra y esta se usa para el tratamiento pregerminativo.

Las semillas se siembran en bandejas sin alvéolos con un sustrato en proporción 1 tierra: 2 turba: 1 humus. Se ponen en la superficie y se cubren ligeramente con sustrato. La germinación se obtiene hacia los 50 días, con un porcentaje de germinación cercano al 35%.

15.2 Entregable 2. Documento: Localización del vivero de páramo y diseño de la infraestructura y tecnología de operación

15.2.1 Descripción

La regulación hídrica es uno de los servicios ecosistémicos más importantes del páramo y depende estrechamente de las relaciones que existen entre la diversidad de plantas, la altitud, el

clima y el suelo, que almacena agua y es el lugar en el que ocurre la lenta descomposición de la materia orgánica. Es por esto que, en la ejecución de acciones de restauración de estos ecosistemas, una de las estrategias más empleadas es el manejo de las coberturas de plantas que permitan a largo plazo restablecer la estructura, composición, función y servicios ecosistémicos. La propagación de plantas nativas de páramo es uno de los desafíos más importantes para la restauración ecológica, en especial para este ecosistema tan singular; a pesar de esto, aún existen vacíos sobre la forma adecuada de hacerlo.

Con el presente documento se realizan los primeros avances de revisión bibliográfica y de revisión en campo que permiten una mayor claridad a la *Formulación de un proyecto con metodología de marco lógico para el diseño de un vivero de especies vegetales del páramo Santurbán-Berlín, Santander, Colombia*.

Diseñar un vivero especialmente para especies del ecosistema páramo con fines de restauración ecológica, precisa tener en cuenta diversos aspectos previos diferentes a un vivero convencional con fines comerciales y con especies de ecosistemas menos sensibles, tales como el estado de intervención y los tensionantes del ecosistema a restaurar, la normatividad en cuanto a los usos del suelo en páramo, el estado del conocimiento en la reproducción de especies de páramo, los aspectos socio económicos y culturales de las comunidades locales del páramo y las expectativas de la comunidad en general en cuanto a la conservación y/o reestauración de este ecosistema vital para el suministro de agua a la población, entre otros.

Durante la elaboración de este documento a partir de la revisión de literatura y complementado con la experiencia en este campo de los alumnos y de la institución colaboradora, creemos que se tiene claridad para la localización, el diseño y operación del vivero, en aras de lograr la maduración del proyecto *Formulación de un proyecto con metodología de marco lógico*

para el diseño de un vivero de especies vegetales del páramo Santurbán-Berlín, Santander, Colombia.

El páramo y sus características

El páramo es un ecosistema de alta montaña tropical que se encuentra en Colombia, Venezuela, Ecuador, norte del Perú, con pequeñas áreas en Costa Rica y Panamá. Debido al sistema montañoso y clima tropical, el aumento de la altitud hace que las condiciones climáticas cambien, lo cual sumado a aspectos como la ubicación específica en la montaña, generan gran diversidad de paisajes y variedad de plantas (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 12).

El desarrollo del páramo está asociado con los humanos debido a que son el territorio de muchas comunidades rurales campesinas e indígenas que desde hace siglos los habitan, conviven con sus características y mantienen una rica y diversa herencia cultural (Cabrera y Ramírez, 2014; Monasterio, 1980; como se cita en Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 12).

Debido al origen glacial de los páramos, el relieve y la topografía de estos ecosistemas son variados. También hay diferencias en el contenido de agua del suelo, el microclima y el efecto del viento, lo que da como resultado que en un solo paisaje de páramo existan varios tipos de agrupaciones de plantas (Lüttge, 2007; Monasterio, 1980; Pedraza-Peñalosa, et ál., 2005; como se cita en Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 12), formando turberas, pajonales arbustales y vegetación de ribera. Dado su proceso de formación y al encontrarse en lo alto de las montañas se parecen a islas que conforman un archipiélago (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021).

En esas islas de montañas se desarrollaron condiciones especiales o evolucionaron adaptaciones especiales a las condiciones ambientales del páramo y por esto tienen un alto nivel de endemismo, es decir, cuentan con especies nativas que están únicamente allí y no en otro

lugar. Por ello, los páramos son considerados centros de diversidad y son prioritarios para la conservación (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 12).

Las adaptaciones de las plantas a estas condiciones ambientales son variadas. Por ejemplo, para contrarrestarla radiación, las plantas pueden tener baja biomasa, que se puede ver en las hojas pequeñas, de consistencias carnosas o suculentas, acartonadas o con presencia de pelos, ceras o sustancias protectoras. Para adaptarse a las bajas temperaturas (congelamiento) algunas plantas presentan sustancias anticongelantes al interior de la planta, las cuales mantienen las hojas muertas o necromasa en el tallo para calentarlo, en este también acumulan agua para permitir la transpiración y evitar la pérdida de calor (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 12).

Las plantas se pueden agrupar por la forma en la que se desarrollan durante su ciclo de vida:

- Rosetas con tallo: Las hojas se distribuyen de forma circular en el tallo, como es el caso típico de frailejones grandes.
- Rosetas sin tallo: Las hojas también salen de forma circular pero como no presentan tallo salen al nivel del suelo. Usualmente estas plantas tienen estructuras subterráneas, protegidas del frío donde almacenan agua y nutrientes.
- Arbustos: Plantas leñosas que alcanzan hasta los cinco metros de altura y se ramifican cerca de la base.
- Arbolitos: Individuos leñosos con tallo claramente definido que superan los cinco metros. Pueden formar pequeños bosques localmente.
- Hierbas: Plantas de bajo porte, no leñosas o poco lignificadas, de manera que tienen consistencia blanda.

- Bejucos o trepadoras: Plantas con un tallo largo y flexible que les permite crecer entre los árboles para alcanzar la luz. Pueden ser leñosas o herbáceas.
- Bambusoides: Especies cuyas plantas tienen forma de bambú, lignificadas, de poca altura y clonales.
- Cojines: Plantas que crecen a ras del suelo, forman un colchón o tapete que puede verse plano, convexo o semiesférico.
- Macollas: Las hojas son planas semejantes a penachos o grupos densos de tallos con hojas rígidas, puntiagudas, tubulares o enrolladas (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, pp. 12, 15).

Estas formas se asocian para configurar diferentes grupos de vegetación y hábitats. En el páramo se pueden encontrar bosques achaparrados (formados por arbolitos), turberas (formados por cojines), pajonales (formados por macollas), chuscales (formados por chusque/bambusoides, *Chusquea* spp.) y arbustales (formados por arbustos). Es indispensable identificar el tipo de vegetación de la zona que se quiere restaurar para la planificar y decidir qué especies se van a propagar y bajo qué condiciones (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 15).

Restauración ecológica en los páramos

Usualmente la restauración de un ecosistema incluye el suelo, el ciclo de nutrientes, la dispersión de semillas, el establecimiento y la persistencia de plantas de especies nativas las interacciones de los organismos (polinización, dispersión), así como la integración de las actividades de los habitantes del páramo de manera sostenible (Aguilar-Garavito, 2014; Velasco-Linares, 2014a, 2014b; como se cita en Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 15). Antes de plantear las acciones para restaurar es importante conocer: (a) cómo se encuentra el ecosistema y establecer cuáles son las limitantes que impiden su recuperación, (b) cuáles son los agentes de

disturbios; si son naturales o generados por el impacto de las actividades humanas, y (c) cómo era el ecosistema de la zona antes del disturbio, cuando prestaba el servicio que se ha perdido o disminuido. Esta información permitirá seleccionar las especies adecuadas para recuperar la cobertura vegetal (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 15).

Los disturbios principales en el páramo son la ganadería, la agricultura (especialmente de papa), las plantaciones forestales (de pino y eucalipto), la colonización de especies invasoras (por ejemplo, el retamo espinoso) y la minería.

En las áreas degradadas se generan barreras que impiden la sucesión natural y que obstaculizan tres procesos muy importantes en el ciclo de vida de las plantas: la dispersión y germinación de propágulos, el establecimiento, momento donde se puede afirmar que la plántula ha sobrevivido y llegará al estado juvenil, y la persistencia, que corresponde a cuando la planta sobrevive y se desarrolla hasta su fase reproductiva. En un proceso de restauración se recomienda establecer una cobertura de especies pioneras de la zona y, posteriormente, incluir plantas de fases más avanzadas de la sucesión, así como especies más raras y de interés para la conservación. ¿Cómo identificar las especies pioneras? Son especies de rápido crecimiento, fácil y rápida germinación, que forman rápidamente dosel o cobertura y tienen alta producción de hojas (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 16).

En algunos casos, hay plantas de suma importancia para el restablecimiento de una función del ecosistema, pero cuyos requerimientos para el establecimiento o supervivencia son elevados. Para esto es útil el empleo de plantas facilitadoras, ya que bajo sus hojas o cercanía crean condiciones climáticas adecuadas para que las plantas de mayores requerimientos crezcan (Cabrera y Ramírez, 2014; Vargas-Ríos, 2007; como se cita en Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 17). Por ejemplo, plantas en cojines pueden ayudar a mantenerla temperatura

del suelo y con esto ayudar a la germinación y crecimiento de otras plantas (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 17).

Por todo lo anterior, es necesario conocer el ecosistema y las características de las plantas que se usarán para restaurar: sus tasas de crecimiento, los sitios donde se pueden coleccionar semillas de buena calidad, dosel o cobertura de las hojas, formación de bancos de semillas en el suelo, tamaño de la raíz, usos de la planta por la comunidad, tipo de dispersión y polinización. Todo esto permite una selección adecuada de las especies para sembrar plantas que restablezcan la estructura del ecosistema y, a partir de esto, se recupere su función (Ávila-Rodríguez, 2014; Gómez-Ruiz y Vargas, 2011; Vargas-Ríos, 2007; como se cita en Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 18). De ahí nace la importancia de la propagación de viveros dentro de un proyecto de restauración, ya que un error recurrente es plantar en el páramo árboles de bosque altoandino, que no asegura la recuperación de la función y, a largo plazo, puede traer consecuencias negativas (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 18).

15.2.2 Vivero

Un vivero es un lugar donde se propagan, multiplican, adaptan y mantienen plantas con diferentes fines y usos durante los primeros estados de crecimiento, antes de ser llevadas al sitio definitivo de plantación (Dumroese, et ál.,2009; Jaenicke, 1999; Quiroz-Marchant, García-Rivas, González-Ortega, Chung-Guin-Po y Soto-Guevara, 2009; Aguilar-Garavito y Ramírez Hernández, 2021; como se cita en Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 20).

El paso más crítico y vulnerable en el ciclo de vida de una planta es el paso de semilla germinada a plántula. Este procesos se hace aún más vulnerable en ecosistemas donde las condiciones ambientales son muy estresantes, como en el páramo. Por esto, emplear plántulas en

restauración suele ser más efectivo que sembrar directamente las semillas en el suelo (Ceccon, et ál., 2016; como se cita en Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 20). Propagar en un vivero ayuda a economizar al obtener grandes cantidades de plantas, pues garantiza la facilidad de manejo y una mayor rentabilidad (Dumroese, et aál., 2009; como se cita en Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 20).

15.2.3 Condiciones de construcción

Considerando las condiciones ambientales del páramo, en la construcción de un vivero es clave tener en cuenta las siguientes recomendaciones (Dumroese, et ál., 2009; Jaenicke,1999; Quiroz-Marchant, et ál., 2009; Román, et ál.,2012; como se cita en Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 24).

La altura del invernadero debe ser hasta 2.5 metros para mantener una temperatura adecuada (no muy fría) y favorecer el desarrollo de las plantas. La temperatura no debe exceder los 30°C a lo largo del día, lo cual se ayuda con ventanas o paredes modulares que permitan la aireación. La temperatura se puede monitorear con un termómetro de máximas y mínimas, instalado dentro del invernadero (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, pp. 24-25).

En la propuesta tecnológica está la opción de utilizar peletts en reemplazo de la bolsa plástica y tierra negra, dado que ambientalmente es más amigable ya que no se utilizaría tierra negra del páramo ni material plástico. Tiene la limitante del costo de construcción de camas elevadas para ubicar los pelets y la adquisición de los mismos pelets, aspecto que se definirá durante la formulación y maduración del proyecto.

Según las condiciones del sitio puede usarse: plástico de calibre grueso con soporte de varilla de acero de baja densidad o madera inmunizada, o policarbonato en zonas con alta

incidencia de vientos. En el suelo se recomienda agregar gravilla delgada o una capa delgada de cemento en el caso de un vivero permanente. Para las zonas de crecimiento, la estructura puede ser parcialmente abierta con la posibilidad de cerrarla con plástico durante las heladas (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 25).

El tamaño del vivero dependerá de la proyección, se debe empezar con un terreno modesto y ampliarlo a medida que se incremente la producción, esto facilita las actividades y permite producir plantas de mejor calidad. La altura del invernadero debe ser hasta 2.5 metros para mantener una temperatura adecuada (no muy fría) y favorecer el desarrollo de las plantas (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 24).

El tamaño del vivero depende principalmente del número de plantas que se producen en cada ciclo de producción, así como del tamaño de las bolsas que se usen en la producción, dado que para una misma cantidad de árboles se demandan diferentes áreas. Está determinado por el tipo de infraestructura, por ejemplo, pilas de compost, bodegas de almacenamiento, maquinaria y equipo, depósitos de agua, oficina de administración, entre otros. Cada vivero tiene un tamaño particular de acuerdo a sus características propias y no es posible fijar una norma sobre su tamaño (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2022, p. 15).

15.2.4 Disponibilidad de agua

El predio cuenta con varias fuentes de agua permanentes tales como las quebradas Ciénaga y la laguna Las Calles, que garantizan el suministro para todas las necesidades del vivero durante todo el año. La captación de agua se hará de la quebrada Ciénaga, que es la más cercana al sitio seleccionado para la construcción del vivero. Dado que el nacimiento de la quebrada Ciénaga es en la finca Ciénaga, y que es agua del páramo donde las aguas arriba del

vivero no existen fuentes contaminantes, no se considera necesario realizar análisis de calidad de agua.

15.2.5 Accesibilidad y topografía

El vivero quedará ubicado en el área vecina al Parque Natural Regional Páramo de Santurbán, cercano a las áreas a restaurar. La pendiente del terreno del vivero es semi-plana y colinada, con un bajo porcentaje de inclinación. Por su ubicación en el vallecito de la quebrada “La Nevera”, el vivero no estará expuesto a los fuertes vientos que se presentan en la zona. El acceso al vivero es bueno para el ingreso de los materiales de construcción y de insumos para la producción, así como para la salida del material vegetal producido a las diferentes áreas del páramo Santurbán.

Para llegar al sitio del vivero se parte del centro poblado del municipio de Bucaramanga, se toma la vía nacional a la ciudad de Cúcuta, se parte por el corregimiento de Berlín – Tona, luego vía destapada al municipio de Vetas, aproximadamente 18 kilómetros, hasta llegar a la casa principal del predio “La Nevera”.

Tipo

El vivero según el tipo de producción será permanente para garantizar una producción continua de plantas.

Según el propósito y uso, el vivero será de restauración, para la producción específica de especies nativas del ecosistema de páramo. Su potencial será para producción masiva, aunque en los primeros años el vivero producirá un limitado número de especies, se proyecta aumentar en número de especies en la medida que se desarrollen protocolos de reproducción de más especies.

Según su razón social, el vivero será institucional de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga-CDMB. La producción de material vegetal será destinada a la implementación de los diferentes proyectos de restauración de páramo Santurbán en jurisdicción de la CDMB. Es probable que el vivero sea fuente de abastecimiento a viveros transitorios que la entidad pueda construir en áreas cercanas a los sitios de restauración, según las necesidades.

Localización

Es importante precisar que, en desarrollo del ejercicio, fue concertado con la autoridad ambiental, proyectar la ubicación del vivero en el predio “La Nevera”, de propiedad de la CDMB, localizado en áreas del páramo de Santurbán en el municipio de Charta, departamento de Santander, Colombia. Destaca su ubicación cerca de las áreas de páramo de los municipios de Tona, Piedecuesta, Vetas, California, Suratá y Matanza.

Seleccionar un sitio con baja frecuencia y velocidad de vientos que puedan afectar su estructura, con entrada de luz todo el día y sin árboles que den sombra. El suelo debe estar bien drenado para evitar encharcamiento que aumente la humedad y, con esto, la incidencia de patógenos e insectos. Contar con acceso vehicular (cercanía a vías principales y en buen estado) para favorecer la entrada y salida de clientes, visitantes e insumos. Preferiblemente, tener seguridad mediante cerramiento o personal de vigilancia (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 24).

El vivero se localizará en el siguiente predio:

Tabla 16. *Información básica predio La Nevera*

Información del predio	
Nombre	“La Nevera”
Propietario	CDMB

Código predial	00-00-0001 – 0205 000 -00
Folio de matricula	300-0255393
Área	81,6079 hectáreas
Municipio	Charta
Vereda	El Centro
Altura sobre e nivel del mar	3450 metros
Ecosistema	Páramo
Topografía	Plana - colinada

Figura 21. *Vista satelital del predio Ciénaga*



Adaptado de Google Earth (2024).

Diseño de la infraestructura del vivero

Los viveros deben ser planificados de acuerdo con su ubicación, las especies de plantas seleccionadas, el conocimiento de ellas y las cantidades que se requieren. Las plantas de páramo crecen lento por las bajas temperaturas, entre otros factores, y desde la germinación hasta su salida del vivero pueden trascurrir entre uno y tres años (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 20).

En lo relativo a la producción, se puede considerar en forma tentativa que el área requerida para la germinación corresponde a un 10% del área del vivero en los sistemas convencionales (Trujillo Navarrete, 2009).

Un vivero permanente debe incluir en su diseño, como mínimo, las siguientes características: cercas, cortinas rompevientos, eras de germinación, eras de crecimiento, caminos, sistemas de irrigación, bodegas, umbráculos y oficinas de administración (Trujillo Navarrete, 2009).

El vivero contará con las siguientes zonas:

- Zonificación y áreas del vivero “La Nevera”.

Figura 22. Planta ilustrativa y alzada vivero (escala 1:100).



Figura 23. Planta infraestructura de servicios primer piso (escala 1:100)

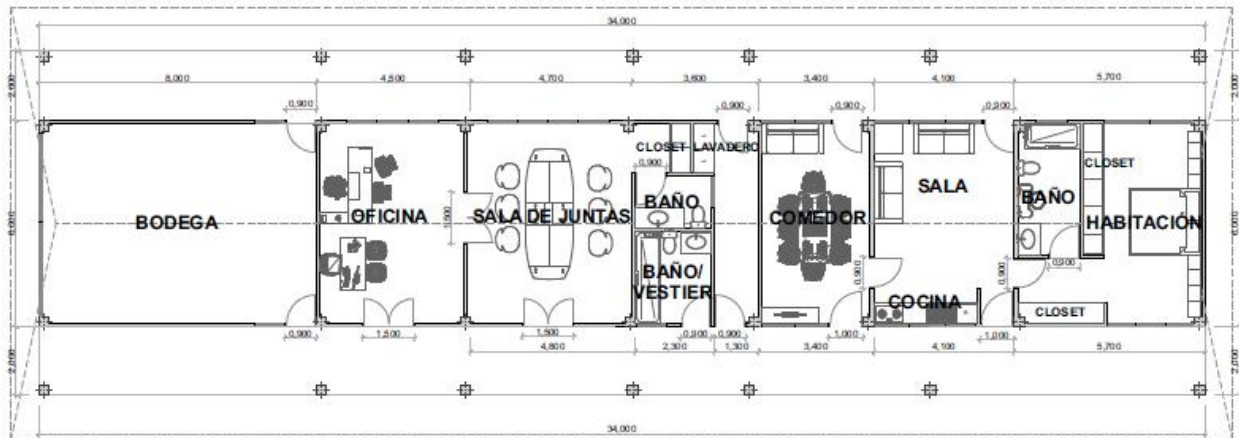


Figura 24. Planta descriptiva (escala 1:500)

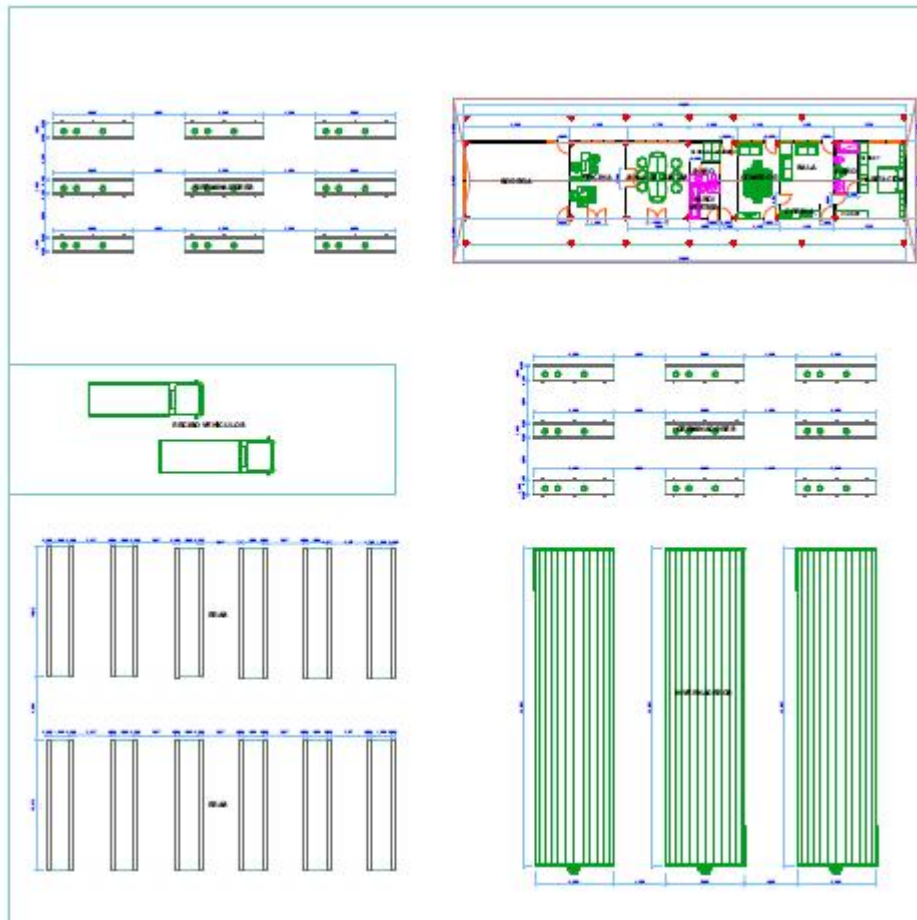


Tabla 17. *Zona de infraestructura de servicios.*

Infraestructura de servicios	Cantidad	Área Unidad (mt)	Área Total (m2)
Bodega	1	8,0 x 6,0	48,0
Oficina	1	4,5 x 6,0	27,0
Sala de juntas	1	4,7 x 6,0	28,2
Baño sala de juntas	1	3,0 x 2,3	6,90
Zona servicios sala de juntas (closet)	1	1,75 x 3,0	5,20
Comedor	1	3,4 x 6,0	20,4
Sala	1	4,10 x 3,0	12,30
Cocina	1	4,10 x 3,0	12,30
Habitación (1 baño, 2 closet)	1	5,70 x 6,0	34,20
Corredores	4	36,0 x 2 y 8,0 x 1,0	160,0
Total			354,5

La infraestructura de servicios constituye todas las instalaciones que permiten la administración y el funcionamiento del vivero, así como los espacios que le permiten a los operarios vivir y/o trabajar en condiciones dignas y ofrecer una buena atención a las personas que ingresen al vivero tales como capacitadores, estudiantes, clientes, supervisores y funcionarios de la CDMB y de otras entidades. Posee un área construida de 354,5 metros cuadrados.

Algunas especificaciones generales de construcción de la zona de infraestructura de servicios son: muros en ladrillo de arcilla H-15, frisados por las dos caras y externamente pintados con koraza; baños y zonas húmedas enchapadas, paredes con altura de 2.0 m, pisos en concreto 2500 psi de e= 0,08m con malla de refuerzo electrosoldada de 0,2x0,2m calibre 6,0 mm.

Zona de germinación

Tabla 18. *Zona de germinación*

Zona de Germinación	Cantidad	Área Unidad (mt)	Área Total (m2)
Germinadores	18	6,0 x 1,0	108,0
Total			108,0

La zona de propagación, al ser la más determinante para garantizar la calidad de las plantas del vivero, deberá contar con tres áreas: germinación, crecimiento y rustificación o endurecimiento. Durante todo el proceso de propagación se deben mantenerlas plántulas bien desarrolladas, con buena nutrición y condiciones ambientales adecuadas que permitan su sano crecimiento (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 20).

Es el sector donde se siembran las semillas en contenedores o camas de germinación, generalmente en invernadero. Debe tener una cubierta transparente (sin color) que permita el paso de sol, para favorecer la germinación, permanecer con humedad alta (70-80 %), y una polisombra corrediza que se pueda utilizar para dar condiciones de sombra. En esta área las semillas germinan y, una vez germinadas, las plántulas se establecen. Al cabo de aproximadamente tres a cinco meses (dependiendo del crecimiento de la especie) son trasplantadas a bolsas o tubetes de mayor profundidad. Para el aprovechamiento del espacio, se pueden sembrar plantas de sombra debajo de las camas de germinación o en estantes de germinación. Se puede emplear paja en las camas de germinación, para mantener el calor y la temperatura en la superficie del sustrato (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 22).

Otro aspecto vital es conocer la forma de germinación de la semilla que puede ser de dos tipos: epigea e hipogea. En la primera, los cotiledones u hojas del embrión emergen del suelo porque crece el hipocótilo y, de manera rápida, los cotiledones actúan como órganos fotosintéticos. En la germinación hipogea, los cotiledones permanecen enterrados, el hipocótilo es muy corto y crece el nuevo tallo por encima del punto de inserción de los cotiledones. Identificar el lugar por donde sale la radícula es importante en semillas grandes, ya que permite sembrar la semilla dirigiendo la zona donde se encuentra la radícula hacia el suelo (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, pp. 62-63).

Otra opción para la fase de germinación son los germinados, método que consiste en primero germinar las semillas en cajas de Petri (vidrio o plástico), tapas de tubos de PVC con papel de filtro o algodón como sustrato, o en papel absorbente. En las cajas de Petri, se incluye papel de cocina húmedo, se introducen las semillas y se mantienen las condiciones de humedad. En las tapas de PVC, se incluye algodón como sustrato húmedo y se cubren con película plástica extensible (cristalflex, vinipel). Una vez se observa la presencia de la radícula, se deben pasar delicadamente a cualquiera de los contenedores vistos anteriormente (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 64).

El tiempo de germinación de las semillas de plantas de páramo puede ser desde 10 hasta más de 240 días dependiendo de la especie, no obstante, en general está entre los 30 y los 75 días. Los porcentajes de germinación varían considerablemente (entre el 15 % y el 90 %) y dependen mucho del momento de colecta. El canelo de páramo (*Drimys granadensis*), laurel de cera (*Myrcianthes* sp.), tunos (*Miconia* sp.) tienen tiempos de germinación altos, superiores a los 100 días, mientras que *Pentacalia*, *Diplostephium*, *Baccharis*, chite (*Arcytophyllum* sp.), esterillo (*Orthrosanthus* sp.), anamú (*Valeriana* sp.), pinito de flor (*Aragoa* sp.) son inferiores a los 30 días. *Bucquetia* sp. *Monochaetym myrtoideum*, frailejón (*Espeletia* sp.), *Puya* sp. registran tiempos entre 30 y 60 días. Se recomienda realizar el monitoreo de germinación semanal el mismo día de la semana. Para no volver a contarlas plántulas se pueden marcar con un palillo o pitillo pequeño ubicado al lado de la plántula (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 64).

Fase de establecimiento: El proceso desde la germinación a la emergencia de las plántulas en las cuales se desarrollan las primeras hojas, raíces y el tallo se denomina establecimiento. La duración de esta fase varía entre dos a tres meses en plantas de páramo. En esta fase no se aplica fertilizante, pero es importante reproducir las condiciones en las cuales se

encuentran normalmente las plántulas en la naturaleza, por esto, es útil tener polisombra corredizas que permitan dar sombra o luz y distribuir las especies de acuerdo con sus necesidades lumínicas. Especies como tuno y Puya sp. necesitan luz para germinar y crecer adecuadamente. Por su parte, especies que necesitan mucha humedad pueden sembrarse en un sustrato con una mayor proporción de tierra respecto a arena o cascarilla 2:1 o 3:1 (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 65).

Posee un área de 108,0 metros cuadrados, conformada por 18 germinadores de 6,0 metros de largo por 1,0 metros de luz de ancho. Construidos en ladrillo, con drenajes en el fondo y frisados en su cara externa. Internamente tendrán una capa de grava que facilita el drenaje del exceso de agua y sobre esta una capa de arena fina y/o mezclas de sustratos en diferentes proporciones conforme a las exigencias de cada especie a germinar.

La siguiente fotografía muestra un ejemplo de germinadores construidos en el vivero El Rasgón El Rasgón, propiedad de la CDMB. Vereda Cristales, corregimiento de Sevilla, Municipio de Piedecuesta.

Figura 25. *Germinadores**Zona de crecimiento***Tabla 19.** *Zonas de crecimiento*

Zona de crecimiento	Cantidad	Área unidad (mt)	Área total (m2)
Almácigos elevados y bajo invernadero	9	0,9 x 20,0	162,0
Invernaderos	3	6,0 x 24,6	442,8
Total			442,8

Es el sector donde se trasplantan las plántulas ya establecidas. Está compuesta por bloques de bolsas o tubetes profundos con las plantas organizadas. Suele tener una cubierta de plástico y polisombra corrediza que permitan proporcionar la cantidad de luz necesaria de acuerdo a la especie. En el suelo se emplea plástico lo cual evita el enraizamiento de las plántulas y controla el crecimiento de pastos. También se pueden incluir zonas de crecimiento al aire libre con únicamente polisombra en donde las plantas se pueden organizar en bloques. Una técnica referenciada en Ecuador es hacer zanjas donde las bolsas queden semienterradas para disminuir la pérdida de calor de las plantas (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 22).

La siembra en sustrato se puede hacer en camas de germinación, bandejas de germinación, bandejas de tubetes o tubetes ubicados directamente en soportes, bandejas de alvéolos o

directamente en bolsa, este último cuando el crecimiento de la planta es rápido como en el caso de la tagua (*Gaiadendron punctatum*). En los tubetes no se recomienda el uso de cascarilla debido a que se necesita un sustrato que se compacte para extraer directamente los terrones al realizar el posterior trasplante. En camas de germinación se recomienda utilizar una mezcla entre tierra, arena y cascarilla que permita sacar las plántulas sin dañar las raíces. Debido a la profundidad de las camas, para hacer eficiente el uso de sustrato y para permitir el drenaje se agrega una capa de piedras en el fondo (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, pp. 59-60).

En las bandejas y camas de germinación, las semillas grandes de especies de los géneros *Berberis*, *Hesperomeles*, *Myrcianthes*, *Orthrosanthus* y *Acaena* se siembran en surcos cada tres centímetros, para que se puedan realizar los seguimientos de germinación adecuadamente. También se pueden hacer huecos pequeños donde se ubiquen las semillas, para esto se pueden construir herramientas que ayuden al proceso. Las semillas no deben enterrarse, se recomienda que el máximo de profundidad sea el doble de su tamaño; es una buena estrategia espolvorear un poco de sustrato sobre la semilla (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, pp. 60-61).

Si son semillas muy pequeñas como las de ericáceas (uvos de páramo) y melastomatáceas (tunos, angelitos), el conteo y manejo puede ser dispendioso, por lo cual la siembra se puede realizar con peso de semillas como se explicó en el capítulo 2. La siembra se realiza al voleo, esparciendo las semillas. El aspecto negativo de realizar la siembra por peso es que algunas semillas pueden quedar muy cerca unas de otras de tal manera que, una vez germinan, la competencia hará que unas se desarrollen más rápidamente, o se contaminen con hongos. En esos casos, una vez se extraiga una plántula de mayor tamaño para el trasplante, es común que la que se encontraba rezagada crezca también, pero de forma desigual (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 61)

La siembra en bandejas de alvéolos se puede realizar para especies de raíz superficial y lento crecimiento. Para la siembra de esquejes, debido a que una vez inicie el enraizamiento el crecimiento de la raíz es mucho más rápido, esta se hace directamente en tubetes de 9 cm o más o en bolsas. Cuando la semilla no tiene endospermo, una vez germine deberá utilizar nutrientes del suelo. Por el contrario, cuando la semilla tiene endospermo, esta seguirá usando los nutrientes del mismo y, posteriormente, comenzará a utilizar los del sustrato. En este último caso, se podría utilizar un sustrato inerte, como la arena fina o la cascarilla y trasplantar una vez se dejen de usar los nutrientes de la semilla (cuando se observa vacía) (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, pp. 61-62).

En esta fase el deshierbe es indispensable ya que en el sustrato pueden salir hierbas, hepáticas o musgos que compiten con las plántulas germinadas. El riego dependerá del clima, en época seca se deberá regar diariamente y, si es necesario, dos veces al día (en la mañana y en la tarde). En época lluviosa se puede espaciar el riego a cada dos otros días, el indicador es que el sustrato esté húmedo, pero no encharcado. En algunos casos se puede adicionar musgo picado en la superficie del sustrato para evitar la evaporación del agua; se recomienda solo después de que la semilla haya germinado, durante el proceso de establecimiento y en pequeñas cantidades para no afectarlas (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 65).

También se puede agregar vermiculita en la superficie que realiza la misma labor y no compite con las plántulas. Cuando se dé un crecimiento homogéneo de plántulas, se seleccionan diez representativas del grupo, se etiquetan con una cinta y marcador indeleble y se registra la altura durante todo el proceso. El monitoreo de crecimiento puede hacerse cada mes, dependiendo de la velocidad de crecimiento. La altura se toma desde el punto de salida del tallo, a ras del sustrato, hasta la yema apical, por donde la planta crece en altura. Este dato, que será

tomado a lo largo cada fase del vivero, es de vital importancia para la planeación de actividades, ya que se podrá calcular el tiempo que tardan las especies en tener la altura para el trasplante y salida del vivero (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, pp. 65-66).

Fase de crecimiento rápido y trasplante: Esta fase comprende desde la emergencia de las hojas verdaderas hasta cuando la plantase aproxima a la altura meta u objetivo con la que sale del vivero. Dependiendo del tiempo de crecimiento, cada especie debe tener una altura en la cual debe salir del vivero para campo. Si esa altura se sobrepasa, tendrá dificultades para su venta y su adaptación a condiciones de campo. Este punto se reconoce porque las raíces alcanzan el fondo de la bolsa y la rompen o comienzan a enroscarse, lo cual disminuye el vigor. Es importante destacar que algunas especies cuando se trasplantan disminuyen su tasa de crecimiento, mientras se adaptan al nuevo sustrato o se recuperan si hubo algún daño de las raíces (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 66).

En general, las plantas de páramo tienen lento crecimiento; árboles como el canelo de páramo (*Drimys granadensis*) crecen 2.5 cm en 165 días, arbustos de zarcillejo (*Monochaetummyrtoideum*) alcanzan los 3 cm en 165 días, y los frailejones, aunque varía entre especies, en general crecen menos de 2cm en 60 días. Dentro de las plantas de rápido crecimiento se encuentra el árbol de tagua (*Gaiadendron punctatum*) y la hierba esterilla (*Orthrosanthus chimboracensis*). Algunas especies tienen mayores porcentajes de supervivencia después del trasplante como Puya, *Brachyotum*, *Monochaetum*, *Bucquetia*, *Escallonia*. Otras como *Weinmannia* y *Hesperomeles* registran un buen desempeño después del trasplante, mientras que especies como *Buddlejaincana* y otras de los géneros *Espeletia*, *Arcytophyllum*, *Aragoa* y *Halenia* necesitan mucho más cuidado en vivero. Para las especies que registren alta mortalidad después del trasplante se debe evaluar menor riego o condiciones diferenciales de luz

que permitan desarrollar protocolos de propagación más adecuados. En esta fase hay un rápido aumento del tamaño, principalmente de la altura del tallo. Este crecimiento varía mucho entre especies y suele durar más de un año en las plantas de páramo. El aumento de diámetro del tallo es poco, pero las raíces se extienden considerablemente. En esta fase las plantas se deben proteger del estrés, mantener a temperatura estable (proteger de heladas) e irrigar regularmente para mantener la humedad del suelo (Dumroese et al., 2009; como se cita en Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 66-67).

El trasplante desde el contenedor de siembra a la bolsa permite un crecimiento equilibrado entre el tallo y la raíz, que fundamentará posteriormente la supervivencia en campo. Cuando no se conoce el crecimiento de la especie en vivero, se recomienda monitorear el crecimiento de la raíz. Cuando hay una mayor extensión de la raíz es más adecuado el trasplante, independiente de la edad de la plántula. El momento del trasplante es una oportunidad para descartar las plantas que presenten características anormales (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 67).

No se recomienda descartar plántulas por tamaño, ya que puede ser el resultado de variabilidad genética, lo cual es útil en ambientes impredecibles como el páramo. Cuando el trasplante se hace antes de tiempo, habrá mayor mortalidad. No se recomienda trasplantar plantas de tres centímetros de altura, ya que puede afectar considerablemente el vigor de la planta. Además, cuando se obtenga una mortalidad muy alta al trasplantar de contenedor, bandeja o cama a bolsa, se recomienda dejar crecer un poco más la planta. Por otra parte, si una planta se deja mucho tiempo en un contenedor pequeño y su raíz alcanza las paredes del contenedor, tendrá dificultades de aclimatación cuando sea trasplantada (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 67).

Antes y después del trasplante se riega la planta con abundante agua, el proceso se debe realizar en una zona sombreada evitando la luz directa, ya que la pérdida de agua hará que el trasplante sea más estresante para las plantas, y, en lo posible, en días nublados. Las plántulas mientras están en la bolsa pueden estar en bandeja con papel absorbente empapado. El llenado de bolsas se hace antes del trasplante para que las plántulas no duren mucho tiempo por fuera del sustrato.

Para la fase de crecimiento se puede utilizar sustrato tierra: cascarilla y agregar una proporción menor de compost o capote que proporcione nutrientes. En los tubetes el trasplante es más sencillo porque el terrón sale completo y el daño de la raíz es poco, en el caso de las camas y bandejas de germinación se levanta la tierra con ayuda de un palín procurando sacar la plántula con la raíz completa (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 68).

El llenado de bolsas es un proceso crucial, no deben quedar muy sueltas ni muy comprimidas. Una práctica común pero errónea es la compresión del sustrato con la mano de tal manera que la bolsa queda templada, esto hace que la raíz encuentre difícil la penetración del sustrato. El indicador de una buena bolsa es que se mantiene firme pero tampoco queda templada en todos sus extremos. La bolsa no debe llenarse hasta el tope, deben dejarse de dos a cinco centímetros libres que permitan que la película de agua se mantenga cuando haya riego. Una vez se llena la bolsa, se debe hacer un hueco grande donde se va a ubicar la raíz de la planta y luego se aprisiona para que quede firme; ubicar la planta en el centro de la bolsa es clave para permitir a la raíz crecer homogéneamente. Después del trasplante, se recomienda dejar dos días las plantas en sombra (polisombra al 50 %), en caso de que sean plantas de sol, posteriormente, llevarlas a su ambiente (polisombra al 30 %) (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 69).

El volumen de las bolsas escogidas no debe ser muy grande ya que las plantas de páramo tienen lento crecimiento. Una buena medida son bolsas de tamaño 20 x 20cm, no obstante, puede ser menor para hierbas y mayor para árboles. Es importante de vez en cuando sacrificar unas plantas para analizar su raíz y ver su arquitectura y disposición en la bolsa; si está alcanzando la bolsa antes de llegar a su altura esperada para trasplante, la bolsa debe ser mayor. En cuanto al uso de fertilizantes, algunos estudios en bosque alto andino indican que solo es necesaria la aplicación de nutrientes mayores: nitrógeno, fósforo y potasio (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 70).

Cuando se realiza el trasplante tarde, las raíces alcanzan las paredes del contenedor y continúan creciendo y enrollándose entre sí. En este momento se debe hacer una poda de raíces cuya función es dejar aquellas dirigidas hacia abajo y eliminar las que se han enrollado de manera circular. Para esto, se deben realizar cortes verticales y eliminar las raíces que han crecido horizontalmente. La altura final de las especies no tiende a ser mayor de 60 en árboles y en arbustos puede ser de 40 cm (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 70).

Posee un área de 442,8 metros cuadrados, conformada por 3 invernaderos de 6,0 metros de ancho por 24,6 metros de largo cada invernadero. En cada invernadero habrá 3 almácigos de 0,9 metros de ancho por 20,0 metros de largo, que ocupan un área total de 162,0 metros cuadrados. El área total libre para trabajo de los operarios dentro de los 3 invernaderos será de 280,8 metros cuadrados.

Diseño y especificaciones de almácigos elevados bajo invernadero

Cada uno de los almácigos elevados bajo invernadero tendrán las siguientes especificaciones técnicas: 0,90 metros de ancho, 20,0 metros de largos y 0,60 metros de altura. Los puntos extremos de cada almácigo será un soporte rectangular construido en madera rolliza

inmunizada de 0,12 metros de diámetro que sus dos bases se enterraran 0,70 metros y apoyado con “pie de amigo” en cada base. Esta estructura de armará con varilla roscada de ½ pulgada y tuercas con arandelas. Cada 2,0 metros a lo largo del almácigo se instalarán marcos soportes intermedios en madera cuadrada, que funcionan como soportes para disminuir las catenarias de las guayas. Sobre estas estructuras de madera se extenderán 12 guayas galvanizadas de calibre ½ pulgadas las cuales se unirán al elemento horizontal de madera rolliza del soporte extremo. El elemento de unión de las guayas al elemento horizontal será “tensor para guayas” tipo trabajo pesado, el cual permite dar a la guaya una suficiente tensión para soportar el peso de las bandejas plásticas y los Pellets con el material vegetal plantado. El tensor se unirá por su otro extremo al soporte mediante alambre liso calibre grueso.

Diseño y especificaciones del invernadero

Cada invernadero tendrá unas dimensiones de 6,0 metros de ancho por 24,6 metros de largo, ocupando un área de 147,6 metros cuadrados. Se construirán en madera rolliza sin inmunizar de diferentes diámetros, guayas, tornillos, puntillas y plástico del tipo AgrocLEAR. Cada invernadero tendrá un sistema de riego automatizado para nebulización y/o gota con aspersión, con bomba y presurizador.

La siguiente fotografía muestra un ejemplo de almácigos elevados bajo invernadero, la colocación de las bandejas plásticas y el invernadero, construido en la Escuela de Tecnología Forestal de la Universidad Nacional de Colombia. Sede de Medellín, vereda Piedras Blancas, corregimiento de Santa Helena, Medellín:

Figura 26. *Almácigos elevados bajo invernadero*

Zona de rustificación o endurecimiento:

Tabla 20. *Zona de rustificación*

Zona de Rustificación	Cantidad	Área Unidad (mt)	Área Total (m2)
Almácigos	12	1,5 x 10,0	180,0
Total			180,0

En este sector se realiza la fase de rustificación y endurecimiento en la cual las plantas se preparan para su salida al campo. El objetivo es disminuir el crecimiento en altura para aumentar el crecimiento radical, el diámetro del tallo, aumentar las yemas laterales y endurecer los tejidos

de las plantas mediante la exposición directa pero intermitente a las condiciones ambientales para que se adapten y toleren las condiciones ambientales y asegurar su supervivencia una vez sean llevadas a campo (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, pp. 22-23). Esto se logra a través de cambios en la frecuencia del riego (disminución paulatina para inducir estrés hídrico), mayor exposición solar, disminución de fertilizante y la aplicación de sustancias que las fortalezcan. La altura de salida del vivero dependerá del hábito de crecimiento, cuando tengan un adecuado desarrollo del diámetro del tallo y de cobertura de la raíz. Es importante darles el espacio suficiente entre plantas para que el follaje reciba la luz y que no haya competencia por espacio entre ellas (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 71).

Esta zona estará constituida por 12 almácigos, cada uno de los cuales tendrá 1,5 metros de ancho por 10,0 metros de largo, los cuales ocuparan un área total de 180,0 metros cuadrados. Se construirán sobre el suelo en ladrillo temosa y su altura será 0,09 metros que es el ancho de un ladrillo. Estarán cubiertos en tela polisombra negra de diferentes porcentajes de sombreo, que se ajustará conforme a los requerimientos de luz solar para especies heliófita y umbrofila y la adaptación de cada especie a las condiciones ambientales directas del páramo.

La siguiente fotografía muestra un ejemplo de zona de rustificación construida en el vivero El Rasgón El Rasgón, propiedad de la CDMB. Vereda Cristales, corregimiento de Sevilla, Municipio de Piedecuesta.

Figura 27. *Zona de Rustificación*

Calidad de planta

La buena calidad de la planta se traduce en su capacidad para adaptarse y desarrollarse en las condiciones climáticas y de suelo en su destino final. Dependerá de aspectos que van desde la colecta hasta las prácticas previas a la siembra en campo, el contenedor utilizado, la densidad de siembra, el tipo de sustrato, el riego, el fertilizante, uso de micorrizas, las condiciones ambientales a las que fueron sometidas, las podas de raíz, la prevención de enfermedades, condiciones de endurecimiento, el momento del trasplante, hasta las condiciones de transporte y siembra en campo (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, pp. 71-72). Existen aspectos importantes a tener en cuenta para las plantas con fines de restauración diferentes a los de la propagación de especies comerciales. Por ejemplo, las diferencias de crecimiento en plantas de páramo del mismo lote son normales y constituyen una estrategia en plantas de hábitats estresantes, ya que pueden sobrevivir plantas más pequeñas o las más grandes dependiendo del factor. Por eso, pese a que normalmente los compradores soliciten plantas homogéneas, es importante realizar una labor de cambio de conceptos sobre la selección de los atributos deseables. Un lote con plantas de diferente tamaño que fueron sembradas en la misma fecha puede tener beneficios en la supervivencia en el campo, ya que son estrategias naturales de

plantas que se han adaptado a las condiciones del páramo (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 72).

Tecnología de la operación

Por las condiciones especiales del ecosistema de páramo en cuanto a las restricciones normativas para su intervención y su fragilidad a la intervención antrópica, el diseño del vivero, así como su operación y manejo será con tecnologías amigables ambientalmente con su entorno. No se utilizará tierra negra y bolsa plástica negra comúnmente utilizados en la tecnología tradicional de viveros.

Una vez las plántulas estén listas para retirar de los germinadores se trasplantarán a Pellets para continuar su proceso de desarrollo en los invernaderos y zona de rustificación. Los Pellets se colocarán en bandejas tipo horticultura de hueco cónico y se llevarán a los almácigos elevados de los invernaderos hasta su desarrollo para posteriormente ser llevadas a la zona de rustificación.

Se procurará el uso de fertilizantes y agroquímicos orgánicos para el manejo fitosanitario del vivero, siempre y cuando existan en el mercado sustitutos eficientes para no usar productos de síntesis química.

Costos

En el Apéndice C, se presenta las tablas que especifican de manera detallada los costos de implementación del vivero de paramos.

15.3 Entregable 3. Programa de capacitación a la comunidad sobre las técnicas de cultivo, propagación de especies nativas de páramo y prácticas de manejo

Presentación

El páramo es un ecosistema de alta montaña tropical que se encuentra en Colombia, Venezuela, Ecuador, norte del Perú, con pequeñas áreas en Costa Rica y Panamá. Debido al sistema montañoso y clima tropical, el aumento de la altitud hace que las condiciones climáticas cambien, lo cual sumado a aspectos como la ubicación específica en la montaña, generan gran diversidad de paisajes y variedad de plantas (Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 12).

El Programa de Capacitación para la comunidad campesina de Santurbán en Técnicas de Cultivos, Propagación de Especies Nativas de Páramo y Prácticas de Manejo tiene como objetivo fortalecer las capacidades productivas y ambientales de la población local.

En un contexto donde la conservación de los páramos es vital para la sostenibilidad del territorio, este programa busca integrar el conocimiento tradicional con técnicas modernas para promover prácticas agrícolas sostenibles y la preservación de la biodiversidad.

Busca, además, fortalecer el conocimiento y las habilidades locales en técnicas de cultivo, propagación de especies nativas de páramo y prácticas de manejo sostenible.

Esta iniciativa también responde a la necesidad de preservar y restaurar los valiosos ecosistemas presentes en el páramo de Santurbán, fomentando la producción de material vegetal de manera responsable y alineada con la conservación ambiental.

A través de talleres prácticos y asesorías especializadas, se promueve la adaptación de prácticas de manejo de viveros que contribuyan al bienestar económico y social de la comunidad, al mismo tiempo que se protege y recupera el entorno natural.

Las especies nativas son especies propias de un lugar, hábitat o región. Estas especies evolucionan e interactúan en el tiempo en estos lugares formando bosques nativos adaptados y únicos (Aguilar y Vanegas, 2010).

Una de las debilidades en cuanto al conocimiento de la biodiversidad, es precisamente la falta de investigación sobre la fenología y propagación de las especies de páramo.

Revisada la información contenida en diferentes estudios, se seleccionaron aquellas especies de páramo que cuentan especialmente con estudios de fenología, protocolos de propagación o experiencias de manejo en viveros y fueron presentadas en el Entregable 1. Estas son: *Espeletia conglomerata* A.C.Sm (Frailejón de mota), *Polylepis quadrijuga* Bitter. (Siete capas o colorado), *Macleania rupestris* (Kunth) A.C.Sm. (Uva camarera), *Diplostephium spinulosum* Wedd (Romero de páramo flor morada), *Weinmannia tomentosa* L. f. (Encenillo, encino, encenillo peludo), *Macleania rupestris* (Kunth) A.C.Sm), (Uva camarona, uva, uvo, chaquilulo, uva de perro, uva camaronera, uva de monte), *Bucquetia glutinosa* (L. f.) DC (Charne, saltón, angelito, quebraolla, quebroollo, quiebraollo, siete cueros, tuno, ayuela, chispeador, guayabo), *Cortaderia nitida* (Kunth) Pilg. (Carrizo, cortadera, cortadero, rabo'ezorro, plumón), *Hesperomeles ferruginea* (Pers.) Benth) (Mortiño, cerote, noro, guayabo de páramo, manzano), *Monnina salicifolia* Ruiz & Pav (Tinto, ibilán), *Morella pubescens* (Willd.) Wilbur (Laurel de cera, olivo de cera, aroma, laurel, olivo, olivón, roble), *Escallonia myrtilloides* L.f. (Rodamonte, chilco, chilco colorado, chilco de páramo, sombrerito, pagoda, tiba, tiber, tíbar, tobo, mangel, cuasa, cochinito, pagüis), *Bejaria resinosa* L.f. (Pegamosco, pegapega, angucho, carbonero, matamosca, mosco, pegamosco de arbolito, pegamosca, azalea del monte, angucha, angujo, carbón, clavelillo) (Angarita Rodríguez y Villalba Bernal, 2024).

15.3.1 Objetivos del programa de capacitación

Objetivo general

Diseñar un programa de capacitación a las comunidades rurales del páramo de Santurbán en técnicas de producción y manejo de especies nativas en viveros forestales, con el fin de promover la conservación de este ecosistema y generar oportunidades de desarrollo sostenible.

Objetivos específicos

- Enseñar técnicas de recolección de semillas, germinación, y propagación de especies nativas de páramo.
- Proponer la capacitación en el diseño, instalación y manejo de viveros forestales.
- Promover la restauración ecológica del páramo a través del establecimiento de especies nativas.
- Fortalecer las capacidades locales para generar proyectos sostenibles en la región.

15.3.2 Estructura del programa

El programa se desarrollará en módulos, cada uno enfocado en un aspecto específico de la capacitación. Se emplearán métodos teóricos y prácticos para asegurar una comprensión integral de los temas y la apropiación la apropiación de estos.

15.3.3 Duración del programa

El programa de capacitación tendrá una duración de veintiséis (26) meses, se desarrollarán por lo menos 30 eventos de capacitación, con sesiones semanales de cuatro (4) horas.

15.3.4 Población objeto

Comunidades rurales del páramo de Santurbán, incluyendo campesinos, líderes comunitarios y jóvenes interesados en la conservación ambiental. Incluye las áreas de páramo en jurisdicción de los municipios de Vetás, California, Suratá, Tona, Charta, Piedecuesta, Matanza y El Playón, en el departamento de Santander.

15.3.5 Metodología

El plan se desarrollará en módulos teórico-prácticos, combinando eventos presenciales, talleres participativos y visitas de campo a viveros existentes de las diferentes entidades regionales. Se empleará un enfoque participativo que permita la transferencia de conocimientos de manera efectiva y adaptada a las necesidades locales.

- **Charlas y Talleres:** Se desarrollarán sesiones teóricas para explicar los conceptos técnicos relacionados con los protocolos de propagación de las especies de páramo. Igualmente se desarrollarán actividades prácticas en el vivero, que potencien en los agricultores la puesta en marcha de las lecciones aprendidas en el proceso de capacitación teórica.
- **Demostraciones Prácticas:** En el proceso de aprendizaje, se desarrollarán actividades prácticas en campo para aplicar lo aprendido sobre los predios de propiedad de los agricultores.
- **Visitas Guiadas:** Excursiones a fincas y proyectos en desarrollo para observar buenas prácticas en viveros de páramo.
- **Material Didáctico:** El material didáctico serán diseñado y creados por los profesionales de la autoridad ambiental y se hará la distribución de manuales, guías y videos educativos

entre los capacitados, y se entregarán igualmente a las comunidades campesina, buscando su conocimiento y apropiación.

- Participación Comunitaria: Se deberá involucrar a la comunidad en la planificación y ejecución del programa de capacitación.

15.3.6 Estructura de los módulos de capacitación

1. Módulo 1: introducción al deterioro de los ecosistemas de páramo

En el caso de los páramos, uno de los mayores retos de las últimas décadas, es encontrar soluciones a la crisis actual por la pérdida de servicios ecosistémicos, como resultado de un crecimiento económico y poblacional exagerado y a falencias en los procesos de toma de decisiones en la planificación territorial, que responden a las nuevas dinámicas de demanda. Los páramos, han sido fuertemente afectados por prácticas de agricultura intensiva, la conversión a sistemas de ganadería extensiva, la explotación minera y por el establecimiento de infraestructura. Debido a estos motores de cambio, algunas áreas de páramo en el país son más propensas a sufrir procesos de extinción local, ya que la pérdida de diversidad involucra la desaparición de especies endémicas; así como los cambios de coberturas vegetales y la introducción de especies exóticas en monocultivos, una de las consecuencias de estas transformaciones es la disminución en la oferta hídrica para consumo humano y sistemas de riego tierras abajo (Cabrera y Ramírez, 2014).

Contenido

- Aspectos legales
- Importancia ecológica y social del páramo.
- Especies nativas y su rol en la conservación del ecosistema.

2. Módulo 2: fenología de las especies - recolección y manejo de semillas de especies nativas

La selección de las plantas de interés para la restauración del páramo debe incluir criterios ecológicos, sociales y técnicos, que contribuyan a acelerar o potenciar el proceso de recuperación del ecosistema (Velasco-Linares, 2014a; citado por Pérez-Martínez y Velasco-Linares, 2021, p. 18).

Contenido

- Selección e identificación de especies de páramo
- Estudio fenológico de las especies seleccionadas
- Identificación y recolección de semillas de especies nativas.
- Técnicas de almacenamiento y conservación de semillas.

3. Módulo 3: propagación de especies nativas en viveros

La propagación de especies de páramo en viveros es un proceso crucial para la conservación de estos ecosistemas únicos. Este enfoque permite la producción controlada de plántulas de especies nativas, que luego pueden ser utilizadas en proyectos de restauración ecológica. Las técnicas de propagación varían según la especie, pero suelen incluir la recolección de semillas en estado silvestre, tratamientos de germinación para superar la dormancia y el manejo cuidadoso de las condiciones ambientales en el vivero, como la humedad, temperatura y luz. Estos viveros no solo contribuyen a la preservación de la biodiversidad, sino que también fomentan la participación comunitaria en la conservación del páramo (Vargas, 2011).

Contenido

- Identificación de especies nativas y sus beneficios.
- Sustrato para la producción en vivero

- Técnicas de germinación y propagación vegetativa.
- Condiciones óptimas para el cultivo en viveros forestales.
- Control fitosanitario (manejo de plagas y enfermedades en viveros).

4. Módulo 4: diseño e instalación de viveros forestales

El diseño e instalación de viveros forestales en ecosistemas de páramo requieren una planificación cuidadosa para replicar las condiciones ambientales naturales de estas áreas, caracterizadas por su alta humedad, bajas temperaturas y suelos ácidos. La ubicación del vivero es crucial, debiendo estar en sitios que permitan un acceso adecuado al agua y protección contra vientos fuertes. La infraestructura debe incluir áreas específicas para la germinación, propagación y crecimiento de plántulas, asegurando un manejo adecuado de la luz solar y el drenaje del suelo. Además, se deben emplear técnicas que minimicen el impacto ambiental y se adapten a las características específicas del páramo, promoviendo la conservación de especies nativas y la restauración de áreas degradadas (Novoa, 2021).

Contenido

- Ubicación y diseño de viveros adaptados al páramo.
 - Infraestructura básica y manejo del sustrato.
- #### 5. Módulo 5: manejo y mantenimiento de viveros

El manejo y mantenimiento de viveros en ecosistemas de páramo en Colombia es esencial para garantizar la producción exitosa de plántulas de especies nativas. Este proceso incluye actividades diarias como el control de riego, la fertilización con abonos orgánicos y la gestión de plagas y enfermedades, las cuales deben realizarse de manera compatible con la ecología del páramo. Además, se requiere un monitoreo constante de las condiciones del suelo, la temperatura y la humedad, para asegurar un crecimiento óptimo de las plantas. La

implementación de técnicas de manejo adaptadas a las condiciones particulares de cada páramo es clave para el éxito de los proyectos de restauración y reforestación en estas áreas de alta montaña (Cabrera y Ramírez, 2014).

Contenido

- Administración de viveros
 - Riego, fertilización y manejo de suelos
 - Monitoreo y control de calidad de las plántulas
 - Producción sostenible y comercialización de especies nativas
6. Módulo 6: restauración ecológica

La restauración ecológica en páramos es una estrategia vital para recuperar la estructura, función y biodiversidad de estos ecosistemas, que son fundamentales para la regulación hídrica y la conservación de especies únicas. La capacitación de las comunidades paramunas en técnicas de restauración es esencial, ya que ellas son las guardianas naturales de estos territorios. A través de la formación, los pobladores pueden adquirir conocimientos sobre reforestación con especies nativas, manejo sostenible del suelo y prácticas que favorezcan la regeneración natural. Este empoderamiento comunitario no solo fortalece la conservación del páramo, sino que también promueve el desarrollo sostenible, alineando la preservación ambiental con el bienestar socioeconómico local (García y Muñoz, 2021).

Contenido

- Identificación de ecosistema referente
- Técnicas de plantación y monitoreo de especies plantadas.
- Planificación de proyectos de restauración en áreas degradadas.
- Prevención de incendios forestales

15.3.7 Recursos necesarios

La capacitación a comunidades paramunas sobre propagación de especies nativas de páramo requiere diversos recursos para asegurar su efectividad. Entre los materiales esenciales se incluyen herramientas de jardinería, como palas, tijeras de podar y bandejas de germinación, así como semillas y sustratos adecuados para la propagación. Es fundamental contar con instalaciones apropiadas para los viveros, que repliquen las condiciones del páramo, incluyendo sistemas de riego y protección contra condiciones adversas. Además, se requiere de materiales didácticos, como guías y manuales, para complementar la formación teórica, así como transporte para las visitas de campo. Los recursos humanos, en forma de facilitadores con experiencia en ecología y viverismo, también son cruciales para guiar a los participantes durante el proceso de aprendizaje. Estos elementos combinados permiten una capacitación integral que facilita la aplicación práctica del conocimiento adquirido en la restauración y conservación del páramo (Vargas, 2011).

Contenido

- Materiales didácticos y herramientas de campo.
- Espacios para la formación y práctica en viveros.
- Equipos de protección y herramientas para la recolección y manejo de semillas.
- Humanos: Expertos en agroecología, ingenieros forestales, técnicos forestales, facilitadores de talleres.
- Materiales: Herramientas agrícolas y forestales, semillas, materiales para viveros, insumos para el manejo orgánico.

- Financieros: Recursos económicos para la adquisición de materiales, pago de expertos, logística y transporte.

15.3.8 Monitoreo y evaluación del programa

Evaluar el impacto del programa de capacitación en propagación de especies nativas de páramo en las comunidades paramunas es fundamental para medir la efectividad del aprendizaje y su aplicación práctica. Esta evaluación permite identificar los logros alcanzados, así como las áreas que requieren mejoras, garantizando que las prácticas de conservación y restauración ecológica sean sostenibles a largo plazo. El seguimiento de las prácticas aprendidas es igualmente crucial, ya que asegura que los conocimientos adquiridos se implementen correctamente y se adapten a las condiciones cambiantes del ecosistema. Además, el monitoreo continuo facilita la retroalimentación y el ajuste del programa, promoviendo un ciclo de mejora continua que beneficia tanto al ecosistema como a las comunidades locales (García y Muñoz, 2021).

Objetivo: Evaluar el impacto del programa y asegurar el seguimiento de las prácticas aprendidas.

- Metodologías de evaluación participativa.
- Herramientas de monitoreo y seguimiento
- Evaluación continua de los participantes mediante encuestas y prácticas.
- Monitoreo del progreso en la instalación y manejo de viveros.
- Seguimiento a largo plazo de proyectos de restauración ecológica.
- Ajustes y mejora continua del programa.

- Métodos de Evaluación: Encuestas, entrevistas, visitas de seguimiento, análisis de datos de producción.
- Evaluación de conocimientos antes y después: Para evidenciar los logros obtenidos en el proceso de capacitación, se realizará la evaluación de los aspectos y conocimientos apropiados por los capacitados y se confrontará con los conocimientos iniciales antes de iniciar la capacitación, para lo cual se deberá diseñar un instrumento de toma de información.

15.3.9 Resultados esperados

Los resultados esperados de la capacitación a la comunidad paramuna sobre el diseño de un programa de capacitación en técnicas de cultivo, propagación de especies nativas de páramo y prácticas de manejo incluyen el fortalecimiento de las capacidades locales para conservar y restaurar los ecosistemas de páramo. Se espera que los participantes adquieran habilidades prácticas para establecer y gestionar viveros, así como conocimientos teóricos sobre la importancia ecológica de las especies nativas. Además, se prevé un aumento en la participación comunitaria en iniciativas de conservación, lo que contribuirá a la sostenibilidad ambiental y al desarrollo socio económico de la región. A largo plazo, la capacitación busca fomentar un sentido de responsabilidad compartida en la protección del páramo, asegurando que las prácticas aprendidas se apliquen de manera continua y efectiva (García y Muñoz, 2021).

Se esperan los siguientes resultados:

- Formación de líderes locales con conocimientos en técnicas de viveros.
- Formación en instalación de viveros forestales comunitarios en áreas del páramo de Santurbán.

- Formación en nuevos conocimientos en fenología, reproducción y propagación de especies nativas de páramo.
- Promoción del incremento en la cobertura de especies nativas en el páramo.
- Promoción de la generación de alternativas económicas sostenibles para la comunidad paramuna.

15.3.10 Sostenibilidad del programa

El programa contempla la formación de gestores de páramo, - multiplicadores que puedan continuar capacitando a otras personas de la comunidad. Además, se promoverá la creación de redes de colaboración con instituciones educativas y ambientales para asegurar el apoyo continuo y la actualización de conocimientos.

15.3.11 Cronograma de capacitación de actores sociales

A continuación, se presenta un cronograma a dos años para desarrollar un programa de capacitación en propagación de especies nativas de páramo dirigido a las comunidades del páramo de Santurbán. El programa se dividirá en fases que abarcan la planificación, capacitación, implementación y seguimiento.

Tabla 21. *Cronograma de capacitación de actores sociales*

Fase	Actividad	Duración (Mes)	Cronograma (Mes)
Fase 1: Planificación	Reunión con líderes comunitarios y actores clave para definir objetivos, necesidades y expectativas	2	1 - 2
	Diagnóstico de capacidades locales y recursos disponibles	2	1 - 2
	Diseño detallado del plan de capacitación y elaboración de materiales didácticos	2	3 - 4
	Selección de facilitadores y expertos en propagación de especies nativas	1	4

Fase	Actividad	Duración (Mes)	Cronograma (Mes)
	Planificación logística de talleres y visitas de campo	1	4
	Módulo 1: Introducción a los ecosistemas de páramo y su importancia	1	5
	Módulo 2: Recolección y manejo de semillas de especies nativas	2	6 - 7
Fase 2: Capacitación Teórica y Práctica	Módulo 3: Propagación de especies nativas en viveros	2	8 - 9
	Módulo 4: Diseño e instalación de viveros forestales	2	10 - 11
	Módulo 5: Manejo y mantenimiento de viveros	2	12 - 13
	Módulo 6: Restauración ecológica	2	14 - 15
	Evaluación intermedia de conocimientos adquiridos	1	16
Fase 3: Implementación de Viveros	Instalación de viveros comunitarios piloto	3	17 - 19
	Propagación inicial de especies nativas en viveros	3	20 - 22
	Capacitación continua en monitoreo y mantenimiento	3	23 - 24
Fase 4: Seguimiento y Evaluación	Monitoreo de viveros y proyectos de reforestación	6	20 - 25
	Evaluación final de resultados y lecciones aprendidas	1	26
	Ajustes y planificación de futuras etapas de capacitación	1	26

Notas Importantes:

- **Adaptabilidad:** El cronograma puede ajustarse en función del ritmo de aprendizaje y de la disponibilidad de recursos y condiciones climáticas.
- **Participación:** La participación de la comunidad es fundamental en cada fase para asegurar la apropiación del conocimiento.
- **Sostenibilidad:** Durante la fase de implementación, se buscarán estrategias para que los viveros comunitarios que puedan implementarse se conviertan en un recurso autosostenible para la comunidad a través de su incorporación a procesos de restauración ecológica, mediante la venta de material vegetal a diferentes entidades.

15.3.12 15.3.12 Costos

A continuación, se presenta una tabla de costos estimada para la implementación del plan de capacitación a las comunidades campesinas del páramo de Santurbán en la propagación y restauración de especies nativas de páramo.

Tabla 22. Costos capacitación propagación especies nativas de páramo

Categoría	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (\$Col.)	Costo Total (\$Col)
1. Material Didáctico	Manuales y guías técnicas para los participantes	50 unidades	20.000	1.000.000
	Material de capacitación (hojas, lapiceros, otros)	50 kits	12.000	600.000
2. Herramientas y Equipos	Herramientas básicas de jardinería (palas, azadones, tijeras podadoras)	10 kits	120.000	1.200.000
	Equipos de protección personal (guantes, gafas)	50 kits	60.000	3.000.000
3. Infraestructura	Recipientes de germinación y bandejas	500 unidades	4.000	2.000.000
	Instalación y acondicionamiento de viveros (módulos básicos)	2 viveros	8.000.00	16.000.00
	Sistema de riego (mangueras, aspersores, depósitos)	2 sistemas	2.000.000	4.000.000
4. Logística	Transporte para visitas de campo y talleres	5 eventos	800.00	4.000.000
	Espacio para capacitaciones	5 días	400.000	2.000.000
5. Facilitadores y Expertos	Refrigerios	50 personas (30 eventos)	20.000	30.000.000
	Honorarios para especialistas en viveros y restauración	5 expertos	2.000.000	10.000.000
6. Material Vegetal	Gastos de desplazamiento de los facilitadores	5 personas	400.000	2.000.000
	Semillas y esquejes de especies nativas	1,000 unidades	2.000	2.000.000
7. Evaluación y Monitoreo	Herramientas para evaluación de impacto	1 paquete	800.000	800.000
8. Administración	Costos administrativos (coordinación, informes, materiales)	6 meses	1.200.000	7.800.000
9. Contingencias	Fondo para imprevistos	-	-	2.000.000
Total				58.800.000

Notas:

- Los costos son estimados y pueden variar según las condiciones locales y la disponibilidad de recursos y la respuesta a la convocatoria por parte de los actores locales.
- Es importante considerar la posibilidad de obtener cofinanciación o aportes en especie (espacios, transporte, etc.) de instituciones locales, las Organizaciones No Gubernamentales-ONG o entidades gubernamentales.

La evaluación e interpretación de los resultados del estudio sobre el diseño de un vivero de especies nativas en el páramo de Santurbán establece implicaciones significativas tanto a nivel teórico como práctico. El hallazgo de más de 10 especies nativas recalca la variada biodiversidad del páramo y confirma la necesidad apremiante de identificar, estudiar y aplicar estrategias de conservación enfocadas en la propagación y preservación de estas especies.

El diseño del vivero, abarcando tanto la infraestructura física como la localización, proporciona un modelo replicable que no solo se ajusta a las condiciones ambientales extremas del ecosistema de páramo, sino que también puede ser adaptado para otros ecosistemas similares. Este aspecto fortalece la validez del enfoque utilizado, pues demuestra que un diseño bien estructurado es fundamental para el éxito de proyectos de conservación en entornos de la alta montaña.

La identificación de protocolos de manejo específicos para cada especie es otro resultado importante, que aporta valor teórico al estudio. Estos protocolos no solo aseguran la viabilidad de las plantas en el vivero, sino que también proporcionan una base técnica y científica para futuras investigaciones y proyectos de restauración ecológica en páramos.

La formulación del programa de capacitación para la comunidad local en técnicas de cultivo y propagación de especies nativas es una buena estrategia para asegurar la sostenibilidad a largo plazo del proyecto. Involucrar a la comunidad no solo fomenta la apropiación local del

proyecto, sino que también aumenta las probabilidades de éxito en la restauración de áreas degradadas en áreas de páramo y zonas de influencia.

Teóricamente, estos resultados validan la hipótesis de que un enfoque integral, que incluya tanto el diseño físico como la educación comunitaria, es esencial para la conservación efectiva de ecosistemas vulnerables. La implementación práctica de estos resultados puede servir de modelo para otros proyectos en páramos y ecosistemas similares en Colombia y América Latina, expandiendo el impacto del estudio más allá del área de Santurbán.

16. Conclusiones

El páramo de Santurbán alberga una diversidad significativa de especies vegetales, muchas de las cuales son endémicas y adaptadas a las condiciones extremas de alta montaña. La búsqueda e identificación detallada ha permitido catalogar especies clave que desempeñan roles muy importantes en el mantenimiento del equilibrio ecológico del páramo.

Entre las especies identificadas, se han seleccionado aquellas con mayor potencial para la propagación en viveros debido a su importancia ecológica, demanda en programas de restauración y su capacidad para adaptarse a las condiciones controladas de un vivero. Estas especies incluyen frailejones, uva camarona, pegamosco, laurel de cera, ibilán, entre otros.

Se han encontrado y adaptado protocolos específicos de propagación para las especies prioritarias, que incluyen técnicas de recolección de semillas, tratamiento pregerminativo, sustratos adecuados, y condiciones óptimas de luz, temperatura y humedad. Estos protocolos están diseñados para maximizar la tasa de germinación y el crecimiento saludable de las plántulas.

La participación de las comunidades locales es esencial para el éxito del vivero. Se recomienda implementar programas de capacitación en técnicas de manejo de viveros, conservación de páramos y manejo sostenible, así como fomentar la participación en las actividades del vivero para fortalecer el sentido de apropiación y compromiso con la conservación del páramo.

Es recomendable formular e implementar proyectos de investigación entre instituciones públicas, institutos de investigación y la academia para identificar y adelantar estudios de fenología, protocolos y métodos de propagación de otras especies de páramo, que permitan ejecutar procesos de restauración ecológica en los ecosistemas de alta montaña del país

En resumen, se puede establecer, que el estudio proporciona una base consistente para la implementación de un vivero de alta montaña en el páramo de Santurbán, con estrategias claras para la propagación y manejo de especies vegetales clave. Este esfuerzo contribuirá, a la conservación y restauración de uno de los ecosistemas más valiosos y vulnerables del país.

Se logró una mayor claridad sobre los aspectos técnicos y de infraestructura a abordar en el tema de diseño del vivero en el marco del proyecto *Formulación de un proyecto con metodología de marco lógico para el diseño de un vivero de especies vegetales del páramo Santurbán-Berlín, Santander, Colombia.*

Se hicieron visitas de campo a diferentes predios de la CDMB para evaluar las condiciones ambientales y de servicios disponibles para la localización del vivero. Es así, que se definió su ubicación en el predio “La Nevera”, localizado en áreas de páramo en jurisdicción del municipio de Charta en el departamento de Santander.

Se adquirió conocimiento en los aspectos metodológicos para la formulación de proyectos en la metodología marco lógico.

El programa de capacitación busca empoderar a la comunidad campesina paramuna mediante la adquisición de conocimientos y habilidades que les permitan asumir las prácticas de manejo de viveros forestales de especies de páramo, potenciar la conservación del ecosistema paramuno y potenciar capacidades para generar ingresos adicionales en pro de mejorar sus bienestar social y económico.

Referencias

- Aguilar-Garavito, M. y Ramírez Hernández, W. (2021). *Evaluación y seguimiento de la restauración ecológica en el páramo andino*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/35916>
- Aguilar, M. y Vanegas, S. (2010). *Viveros: una experiencia comunitaria en el páramo de Rabanal*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/11588>
- Angarita Rodríguez, H. O. y Villalba Bernal, R. (2024). *Entregable I*. Universidad Santo Tomás.
- Cabrera, M. y Ramírez, W. (2014). *Restauración ecológica de los páramos de Colombia: transformación y herramientas para su conservación*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/31451>
- Calderón Etter, L. (2014). Conflictos asociados al uso del suelo: una aproximación al área de conservación óptima en el Páramo de Santurbán. *Documentos CEDE*. <http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.209406>
- CDMB. (2007). *Documento Técnico de Soporte para la Declaratoria del DMI Páramo de Berlín*. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. https://www.cdm.gov.co/images/documentos/institucional/areas_protegidas/Doc%20DMI%20P%20Berl%C3%ADn.pdf
- CDMB. (2012). *Estudio páramo Santurbán (Estudios Técnico Económicos Sociales y Ambientales – ETESA)*. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. https://santurban.minambiente.gov.co/images/Estudios_soporte/Estudios_CDMB/1_Parte_Doc1-Entorno_Regional_Santurban.pdf

- CDMB. (2019). *Plan de Manejo Parque Regional Páramo de Santurbán*. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. https://www.cdm.gov.co/images/documentos/institucional/areas_protegidas/DOCUMENTO_TECNICO_PM_PNR_25_10_19.pdf
- CDMB. (2025). Naturaleza Jurídica. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. <https://www.cdm.gov.co/cdm/informacion-institucional/naturaleza-juridica>. Bucaramanga.
- Galván Carvajal, S. Y. y Rojas, A. (2010). *Flora amenazada, útil e invasora del área de jurisdicción de la CDMB*. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.
- García, N. y Muñoz, J. (2021). *Restauración ecológica de páramos en Colombia: principios y experiencias comunitarias*. Fundación Páramo Vivo.
- Guerrero Ramírez, L. A. y Camacho Prieto, L. A. (2022). *Desarrollo de protocolos de propagación para especies importantes en la restauración ecológica del sector de la Laguna de Socha del PNN Pisba* [Trabajo de grado, Ingeniería Ambiental]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://hdl.handle.net/11349/31627>
- Jardín Botánico Eloy Valenzuela. (2018). *Protocolo de Propagación de la Especie Polylepis quadrijuga Bitter*. Jardín Botánico Eloy Valenzuela. https://www.cdm.gov.co/images/documentos/tematicas/biodiversidad/indicador_4_protocolo_de_propagacion_de_polylepis_quadrijuga_octubre.pdf
- Luteyn, J. L. (1999). *Páramos. A checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature*. New York Botanical Garden

- Mendoza Arias, A. L. y Martínez Carrillo, J. E. (2014). *Propagación, adaptación y crecimiento del frailejón "Espeletia conglomerata" en vivero* [Trabajo de grado, Especialización en preservación y conservación de los recursos naturales]. Universidad Pontificia Bolivariana. <http://hdl.handle.net/20.500.11912/1844>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Plan nacional de restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/plan_nacional_restauracion/PLAN_NACIONAL_DE_RESTAURACION%20ECOLOGICA%20REHABILITACION%20Y%20RECUPERACION%20DE%20AREAS%20DISTURBADAS.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). *Guía técnica de buenas prácticas ambientales y sociales de producción de plantas forestales en viveros en el marco de REDD+ en República Dominicana*. Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques / Grupo Banco Mundial
- Moreno González, J. C. y. Romero Quintero, K. T. (2022). *Propagación asexual de *Polylepis quadrijuga* (Bitter) y presencia de hongos micorrícicos asociados a la rizosfera de la especie en el SFF Guanentá Alto Río Fonce* [Trabajo de grado, Ingeniería Forestal]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://hdl.handle.net/11349/30948>
- Novoa, A. M. (2021). *Implementación de viveros comunitarios para la restauración ecológica del bosque alto andino. Organizaciones campesinas de Mongua y Gámeza, Boyacá*. SWISSAID. <https://www.swissaid.org.co/wp-content/uploads/2022/05/cartilla-viveros-2021.pdf>

- Ortegón, E., Pacheco, J. F. y Prieto, A. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Naciones Unidas. Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas.
- Pérez, L. &. (2022). *Guía para el diseño e instalación de viveros forestales en ecosistemas de páramo*. Editorial Ecológica Andina.
- Pérez-Martínez, L. V. y Velasco-Linares, P. (2021). *Viveros de páramo para la restauración ecológica*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://hdl.handle.net/20.500.11761/35751>
- Restrepo Toro, J. H., Ardila Escobar, E. y Gualdrón Rueda, J. A. (2008). *Plan Integral de Manejo del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales "Páramo de Berlín"*. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga. https://corponor.gov.co/areasnaturalesestrategicas/descargas/DMI_Berlin_PMA_aprobado_agosto2008.pdf
- Rodríguez Pinzón, M. C. (2001). *Caracterización y diagnóstico participativo integrado de la microcuenca del Río Jordán*. Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga.
- Trujillo Navarrete, E. (2009). *Guía de reforestación* (2ª ed.). Enrique Trujillo Navarrete.
- Vargas, J. O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221–246. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/19280>

Apéndices

Apéndice A. *Convenios CDMB – IAvH - Departamento de Santander*

Antecedentes: En diciembre 30 de 2016 se celebró el convenio interadministrativo No. 2568 entre el Departamento de Santander y la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA – CDMB cuyo objeto es "APOYO A LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD FLORÍSTICA Y A LA RECUPERACIÓN DE ÁREAS PRIORIZADAS EN EL COMPLEJO DE PÁRAMOS SANTURBAN - BERLÍN, DEPARTAMENTO DE SANTANDER", por un valor de \$272.699.441,27, suma que se destinó en el presupuesto del citado convenio a la adquisición de insumos para la ejecución de 20.000 metros de cerca. De este convenio la CDMB reintegro al departamento la suma de \$80.293.570.

El 29 de junio del año 2017 se suscribió el convenio interadministrativo No.1293 entre Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB, y el Departamento de Santander, cuyo objeto es "APOYO A LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD FLORÍSTICA YA LA RECUPERACIÓN DE ÁREAS PRIORIZADAS EN EL COMPLEJO DE PÁRAMOS SANTURBAN - BERLÍN, DEPARTAMENTO DE SANTANDER, en el cual se contempló la ejecución de 30.000 metros de cerca. El aporte del departamento para su ejecución fue de \$409.048.308,50, suma que se destinó a la adquisición n de insumos para la ejecución de 30.000 metros de cerca.

Mediante la ejecución de estos 2 convenios se implementaron en el Complejo de Paramos Santurbán- Berlín 51.167 metros de cerca, con lo cual se hizo el aislamiento de diferentes áreas para la conservación y restauración tales como áreas de nacimientos de agua, áreas abastecedoras de acueductos veredales, márgenes protectoras de quebradas y las zonas que ingresaron a restauración activa y endógena del ecosistema mediante el Convenio de cooperación No. 17-14-331-012CE firmado entre el IAvH y la CDMB, 2017: CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y RECURSOS HÍDRICOS EN LOS ANDES DEL NORTE - NODO SANTURBÁN - BERLÍN.

Información del Contrato			
Vigencia del Contrato:	2016	Número Contrato:	00002568
Nit/Cédula:	00890201573 CDBM	Contratista:	CORPORACION AUTONOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA
Objeto:	APOYO A LOS PROCESOS DE RESTAURACION DE LA BIODIVERSIDAD FLORISTICA Y A LA RECUPERACION DE AREAS PRIORIZADAS EN EL COMPLEJO DE PARAMOS SANTURBAN - BERLIN, DEPARTAMENTO DE SANTANDER		
Valor:	240,076,000.00	Plazo del Contrato:	12 MES(ES)
Clase de Contrato:	CONVENIO INTERADMINISTRATIVO		
Forma de Selección:	DIRECTA		
Supervisor:	LOSADA SAAVEDRA LEONARDO	Unidad Gestora:	SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
Fecha Suscripción:	2016-12-30	Fecha Inicial:	2017-07-04
Forma de Pago:	Fecha Final:		
ARCHIVOS DEL CONTRATO			
Minuta del Contrato		Proceso contractual	
Tamaño archivo: 286.94 KB		Tamaño archivo: 34.37 MB	
Archivos del Proceso:		PDF	
Última actualización:		PDF	(2019/12/27)

Fuente:

https://portalguane.santander.gov.co/contratos/temporal/carpeta/2016_000000002568_0.pdf

Convenio con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH.

En 18 de abril del año 2017 se suscribió el convenio de cooperación No. 17-14-331-012CE entre Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDBM, y el IAvH en el marco del proyecto financiado por la Unión Europea CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y RECURSOS HÍDRICOS EN LOS ANDES DEL NORTE - NODO SANTURBÁN - BERLÍN cuyo objeto es aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para adelantar actividades que contribuyan al mantenimiento de la capacidad de regulación hidrológica y la biodiversidad del páramo Santurbán.

En el desarrollo de este convenio se realizó la adecuación de 630 metros cuadrados del vivero El Rasgón de la CDBM ubicado en el ecosistema bosque andino, para la producción exclusiva de material vegetal con especies propias del páramo Santurbán – Berlín. Para ello se logró la identificación de siete (7) especies y localización de ejemplares fuentes de semillas, realizar avances en el estudio de sus fenologías, elaboración del plan para propagación de estas especies, reproducción de 5000 plántulas de las especies Chocho (*Lupinus santanderensis*) Y Raco (*Vallea stipularis*). y manejo del área que se adecuó en el vivero El Rasgón que implicó actividades de recolección en campo, almacenamiento y manejo de semillas en laboratorio, realizar pruebas de

viabilidad, rescate de plántulas del medio natural para doce (12) viveros temporales de la comunidad.

Fuente: CDMB. 2019. Producto 13. Diseño e implementación de un vivero para la propagación de plantas de páramo en el marco de la restauración ecológica de páramo.

Se realizaron treinta y cuatro (34) eventos con actores sociales para actividades de fortalecimiento asociativo, restauración y reconversión productiva, formulándose una (1) estrategia de fortalecimiento asociativo basada en un diagnóstico de la organización comunitaria existente, su estado legal, funcional e identificación de necesidades apremiantes, , tomando como organizaciones de base a la “Asociación de trabajadores, productores y comercializadores agropecuarios de Berlín” ASOPROCAB y la asociación AGROINDUSTRIAL S.A.S.

Se implemento el fortalecimiento de dos (2) negocios verdes: Ecoturismo con la empresa ECOSANTURBAN TRAVEL y Cebolla pulverizada con la empresa Agroecológicos Berlín.

Se establecieron dos (2) parcelas de monitoreo de la vegetación de páramo, levantándose información de línea base: abundancia, relevancia, densidad relativa y altura entre otras.

Fuente: CDMB. 2017. Informe de gestión 2017. Pág. 37

Se realizó la de micro planificación participativa de 120 predios del establecimiento de 120 parcelas de producción sostenible.

Se formuló un (1) esquema de pago por servicios ambientales-PSA para el ecosistema de páramo, vinculando a veinte (20) propietarios que se beneficiaron con este incentivo económico. A la fecha la CDMB continúa pagando el PSA en el páramo Santurbán - Berlín.

Fuente: CDMB. 2017. Informe de gestión vigencia 2018. Pág. 56

Apéndice B. *Requisitos para el registro de viveros ante el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA.*

La Resolución No. 0780006 del 25 de noviembre del año 2020 expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, establece los requisitos para el registro de viveros y/o huertos básicos dedicados a la producción y comercialización de material vegetal de propagación y/o plantas vivas para la siembra u ornato en el país con el fin de garantizar su calidad.

Dicha Resolución en su “ARTÍCULO 4.- REGISTRO DE LOS VIVEROS Y/O HUERTOS BÁSICOS PRODUCTORES Y COMERCIALIZADORES DE MATERIAL VEGETAL DE PROPAGACIÓN Y/O PLANTAS VIVAS. Toda persona natural o jurídica que se dedique a la producción, comercialización o ambas actividades, de material vegetal de propagación y/o plantas vivas a través de viveros y/o huertos básicos, debe registrar el vivero productor y/o comercializador o el huerto básico ante la Gerencia Seccional del ICA de la jurisdicción donde se encuentre ubicado, mediante solicitud que cumpla con los siguientes requisitos:”

La Dirección Técnica de Semillas del ICA diseño el formato con el código Forma 3-1465 V3 Lista de Verificación de Documentos para Registro de Viveros, el cual contiene 16 requisitos que deben cumplirse para el registro de un vivero.

El proyecto de vivero de páramos no contempla el alcance hasta la certificación ante el ICA, pero el diseño del mismo si permite que el operador del vivero pueda tramitar y acceder a la certificación.

Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario. 2020. Resolución No. 0780006

Apéndice C. Costos diseño del vivero de páramo

Zona de infraestructura y servicios				
– Cantidades de obra				
Material	Unidad	Cant. aprox	V/Unitario (COP)	V/Total (COP)
Cimentación y estructura				
Cemento	Sacos (50 kg)	380	\$ 37.000,00	\$ 14.060.000,00
Arena	m3	25	\$ 120.000,00	\$ 3.000.000,00
Grava (piedra tritur)	m3	35	\$ 140.000,00	\$ 4.900.000,00
Acero de refuerzo (No 4 Y No 5)	Kg	3500	\$ 2.625,00	\$ 9.187.500,00
Alambre de amarre	Kg	80	\$ 13.455,00	\$ 1.076.400,00
Clavos	Kg	20	\$ 20.000,00	\$ 400.000,00
			Sub - Total	\$ 32.623.900,00
Muros y ladrillos a la vista				
Ladrillo a la vista	unidad	20000	\$ 1.200,00	\$ 24.000.000,00
Mortero (ceme +aren)	m3	30	\$ 15.000,00	\$ 450.000,00
Cal hidratada	Sacos (25 kg)	120	\$ 38.900,00	\$ 4.668.000,00
			Sub - Total	\$ 29.118.000,00
Cubierta				
Tejas (arcil o fibroc)	m2	340	\$ 45.000,00	\$ 15.300.000,00
		2,5 m3 / 1200 kg	\$ 1.500.000,00	\$ 3.750.000,00
Estructura para cubierta	m3 o kg	metal		
tornillos para cubierta	unidad	600	\$ 1.200,00	\$ 720.000,00
			Sub - Total	\$ 19.770.000,00
Pisos y acabados				
Baldosas o cerámica	m2	340	\$ 25.900,00	\$ 8.806.000,00
Pegante baldosas	SACOS (25 kg)	35	\$ 33.000,00	\$ 1.155.000,00
Mortero nivelación	m3	6	\$ 587.996,00	\$ 3.527.976,00
			Sub - Total	\$ 13.488.976,00
Puertas y ventanas				
Puerta en madera	unidad	15	\$ 600.000,00	\$ 9.000.000,00
Ventana y marco alumi	unidad	6	\$ 200.000,00	\$ 1.200.000,00
Cerraduras	unidad	15	\$ 100.000,00	\$ 1.500.000,00
			Sub - Total	\$ 11.700.000,00
Instalaciones hidráulicas				
Tubería PVC agua	m	200	\$ 15.000,00	\$ 3.000.000,00
Tubería PVC alcantaril	m	100	\$ 60.000,00	\$ 6.000.000,00
Accesorios PVC	unidad	50	\$ 30.000,00	\$ 1.500.000,00
Cemento PVC	lata (500g)	8	\$ 40.000,00	\$ 320.000,00
			Sub - Total	\$ 10.820.000,00
Instalaciones eléctricas				
Cables eléctrico	m	300	\$ 2.500,00	\$ 750.000,00
Tuberías cableado	m	200	\$ 5.600,00	\$ 1.120.000,00

Interruptores y tomas	unidad	40	\$ 11.000,00	\$ 440.000,00
Tablero distribución	unidad	1	\$ 600.000,00	\$ 600.000,00
			Sub - Total	\$ 2.910.000,00

Pintura y acabdos finales

Pintura muros inter	galones (4L)	30	\$ 80.000,00	\$ 2.400.000,00
Pintura impermeabil	galones (4L)	10	\$ 129.200,00	\$ 1.292.000,00
Barniz para madera	galones (4L)	5	\$ 80.000,00	\$ 400.000,00
			Sub - Total	\$ 4.092.000,00

Total materiales del proyecto \$ 124.522.876,00

Zona de infraestructura y servicios**1. Equipo**

Descripción	Tipo	Tarifa (A)	Rendimiento (B)	Valor parcial (A) / (B)
Estación total (alquiler)		\$ 120.000,00	0,50	\$ 60.000,00
			Sub - Total	\$ 60.000,00

2. Materiales de obra

Estacas madera	Unidad	\$ 2.500,00	20,00	\$ 50.000,00
Hilos marcadore	Rollo	\$ 15.000,00	1,00	\$ 15.000,00
Aerosol marcado	Lata	\$ 18.000,00	1,00	\$ 18.000,00
			Sub - Total	\$ 83.000,00

3. Transporte

Transportes (20% valor material)			Global	\$ 24.933.175,20
			Sub - Total	\$ 24.933.175,20

4. Mano de obra

Trabajador	jornal (A)	Prestaciones sociales (B)	Jornal total (A) + (B)	Rendimiento (C)
Mano de Obra calificada y no calificada (100% valor material)				Global
			Sub - Total	\$ 124.522.876,00

Valor total zona de infraestructura de servicios \$ 274.121.927,00

Notas Importantes:

1. Ladrillos a la vista: Calculados con base en un rendimiento promedio de 70 ladrillos por m² (incluyendo pérdidas y cortes).
2. Altura del techo: Se consideraron muros con una altura de 3 m.
3. Cimentación: Incluye estimación para zapatas y vigas de amarre.
4. Cubierta: Puede variar según el diseño arquitectónico y el tipo de material elegido (arcilla, fibrocemento, o teja metálica).
5. Adaptaciones locales: Los materiales y cantidades deben ajustarse según los planos específicos y condiciones del terreno.

**Zona de germinación
– Cantidades de obra**

Material	Unidad	Cant. aprox	V/Unitario (COP)	V/Total (COP)
Cimentación y estructura				
Ladrillo	unidad	13.860	\$ 1.100,00	\$ 15.246.000,00
Cemento	SACOS (50 kg)	70	\$ 37.000,00	\$ 2.590.000,00

Arena	m3	8	\$ 120.000,00	\$ 960.000,00
			Sub - Total	\$ 18.796.000,00

Zona de germinación

Descripción	Tipo	Tarifa (A)	Rendimiento (B)	Valor parcial (A) / (B)
-------------	------	------------	-----------------	-------------------------

Transporte

Transporte (20% valor material)			Global	\$ 3.759.200
			Sub - Total	\$ 3.759.200

Mano de obra

Trabajador	Jornal (A)	Prestaciones sociales (B)	Jornal total (A) + (B)	Rendimiento (C)
------------	------------	---------------------------	------------------------	-----------------

Mano de Obra calificada y no calificada (100% val material)			Global	\$ 18.796.000,00
			Sub - Total	\$ 18.796.000,00

Valor total zona de germinación**\$ 41.351.200,00****Zona de rustificación o endurecimiento****- Cantidades de obra**

Material	Unidad	Cant. aprox	V/Unitario (COP)	V/Total (COP)
----------	--------	-------------	------------------	---------------

Cimentación y estructura

Ladrillo	Unidad	1520	\$ 1.100,00	\$ 1.672.000,00
Cemento	Sacos (50 kg)	12	\$ 37.000,00	\$ 444.000,00
Arena	m3	4	\$ 120.000,00	\$ 480.000,00
			Sub - Total	\$ 2.596.000,00

Zona de rustificación o endurecimiento

Descripción	Tipo	Tarifa (A)	Rendimiento (B)	Valor parcial (A) / (B)
-------------	------	------------	-----------------	-------------------------

Transporte

Transporte (20% valor material)			Global	\$ 519.000,00
			Sub - Total	\$ 519.000,00

Mano de obra

Trabajador	Jornal (A)	Prestaciones sociales (B)	Jornal total (A) + (B)	Rendimiento (C)
------------	------------	---------------------------	------------------------	-----------------

Mano de Obra calificada y no calificada (100% val material)			Global	\$ 2.596.000,00
			Sub - Total	\$ 2.596.000,00

Valor Total zona de rustificación o endurecimiento**\$ 5.711.000,00****Zona de crecimiento - Almácigos elevados****- Cantidades de obra**

Material	Unidad	Cant. aprox	V/Unitario (COP)	V/Total (COP)
----------	--------	-------------	------------------	---------------

Cimentación y estructura

Cemento	Sacos (50 kg)	20	\$ 37.000,00	\$ 740.000,00
Arena	m3	6	\$ 120.000,00	\$ 720.000,00
Grava (piedra tritur)	m3	6	\$ 140.000,00	\$ 840.000,00
Madera rolliza	mt	90	\$ 50.000	\$ 4.500.000,00
Alambre de amarre	Kg	30	\$ 13.455,00	\$ 403.650,00
Soportes intermedios	unid	90	\$ 50.000	\$ 4.500.000,00

Varilla roscada	unidad	72	\$ 22.000	\$ 1.584.000,00
Tuercas con arandelas	Juego 2 unidad	144	\$ 1.190	\$ 171.360,00
Tensores de 1/2	unidad	162	\$ 12.500,00	\$ 2.025.000,00
Guaya acerada de 1/2	unidad	1790	\$ 9.150	\$ 16.378.500,00
			Sub - Total	\$ 31.862.510,00

Zona de crecimiento - Almacigos elevados

Descripción	Tipo	Tarifa (A)	Rendimiento (B)	Valor parcial (A) / (B)
Transporte				
Transporte (20% valor material)			Global	\$ 6.372.502,00
			Sub - Total	\$ 6.372.502,00

Mano de obra

Trabajador	Jornal (A)	Prestaciones sociales (B)	jornal total (A) + (B)	Rendimiento (C)
Mano de obra calificada y no calificada (100% val material)				Global
			Sub - Total	\$ 31.862.510,00

Valor total zona de crecimiento - Almacigos elevados \$ 70.097.522,00

Zona de crecimiento - Invernaderos

- Cantidades de obra

Material	Unidad	Cant. aprox	V/Unitario (COP)	V/Total (COP)
Cimentación y estructura				
Invernadero madera y plástico agroclear	M2	450	\$ 12500,00	\$ 5.625.000,00
			Sub - Total	\$ 5.625.000,00

Zona de crecimiento - Invernaderos

Descripción	Tipo	Tarifa (A)	Rendimiento (B)	Valor parcial (A) / (B)
Transporte				
Transporte (20% valor material)			Global	\$ 1.125.000,00
			Sub - Total	\$ 1.125.000,00

Mano de obra

Trabajador	Jornal (A)	Prestaciones sociales (B)	Jornal total (A) + (B)	Rendimiento (C)
Mano de obra calificada y no calificada (100% val material)				Global
			Sub - Total	\$ 5.625.000,00

Valor total zona de crecimiento - Invernaderos \$ 12.375.000,00

Valor total zona de infraestructura de servicios	\$ 274.121.927,00
Valor total zona de germinación	\$ 41.351.200,00
Valor total zona de rusticación o endurecimiento	\$ 5.711.000,00
Valor total zona de crecimiento - Almacigos elevados	\$ 70.097.522,00
Valor total zona de crecimiento - Invernaderos	\$ 12.375.000,00
Total, costo del proyecto	\$ 403.656.649,00