

Restauración ecológica participativa de zonas degradadas por procesos ganaderos y agrícolas en el Páramo del Almorzadero

Mónica Julieth Sánchez Cárdenas, Lizeth Johana Santamaria Vega

Trabajo de Grado para Optar al título de Ingeniero Forestal

Director

Diego Suescún Carvajal

MSc. en Bosques y Conservación Ambiental

Codirector

Estefanía Gómez Betancurt

Bióloga

Esp. (c) Derecho del Medio Ambiente

Universidad Industrial de Santander, sede Málaga

Instituto de proyección Regional de Educación a Distancia IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga

2021

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a Dios, quien me brindo entendimiento y sabiduría para culminar este logro. A mis padres y hermana, quienes son el motor de mi vida y la mayor motivación para salir adelante, este y los demás logros son dedicados a ustedes, por todo su esfuerzo, sacrificio y confianza que han depositado en mí, por inculcarme valores y enseñarme que con amor, respeto y disciplina todo es posible. A mis familiares y amigos por sus consejos, su voz de aliento y apoyo cuando lo necesitaba.

Mónica Julieth Sánchez C.

Este trabajo va dedicado a mis padres Luis Eduardo Santamaría y Ofelia Vega que me enseñaron a luchar por alcanzar mis propósitos, y me brindaron su apoyo incondicional en el transcurso de la carrera

A mis hermanos Valerie Samantha y Cristian Eduardo por ser soporte durante este proceso

A Nelson Fabián Hernández por brindarme ayuda y motivación en la culminación de este propósito.

Lizeth Johana Santamaria Vega

Agradecimientos

A Dios todopoderoso, dador de vida, por las oportunidades brindadas, pues sin él, nada sería posible.

A nuestros padres, quienes con sacrificio y esfuerzo hicieron posible todo este sueño.

A Diego Suescún Carvajal, por su dirección y apoyo a lo largo del proyecto, así como sus enseñanzas que contribuyen en el crecimiento personal y profesional.

A Estefanía Gómez Betancurt, por ser parte de este proceso de aprendizaje, por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y su gran calidez humana.

A la Universidad Industrial de Santander (UIS) por su formación académica de calidad, y contribución en el desarrollo humano y social.

A la Asociación campesina coexistiendo con el Cóndor ACAMCO, por recibirnos en sus hogares, por sus enseñanzas y acompañamiento, que hicieron de este proceso una experiencia agradable y enriquecedora.

A la Fundación Parque Jaime Duque, SENNOVA y Colciencias, por permitirnos hacer parte de la tercera fase del proyecto “Reconversión del sistema ganadero ovino extensivo a un sistema de semi-estabulación como alternativa para la reducción y mitigación del conflicto entre el hombre y el Cóndor de los Andes” y bajo el lema “Cuido mis ovejas, protejo el páramo y el Cóndor de los Andes”.

A familiares y amigos que de una u otra manera contribuyeron para que este proyecto se hiciera realidad.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Objetivos	17
1.1 Objetivo general	17
1.2 Objetivos específicos	17
2. Antecedentes	18
3. Marco referencial	20
3.1 Marco teórico	20
3.1.1 Conservación y diversidad en los páramos	20
3.1.2 Provisión de servicios ecosistémicos en los páramos.	21
3.1.3 Restauración ecológica en páramos.	23
3.1.4 Propagación de especies nativas en páramos.	24
3.2 Marco conceptual	24
3.3 Marco legal.....	27
4. Metodología	31
4.1 Área de estudio.....	31
4.2 Proceso de Restauración Ecológica Participativa	37
4.2.1 Recorridos y caracterización florística.....	38
4.2.2 Ecosistema de referencia.....	38
4.2.2.1 Revisión de información secundaria.	38
4.2.2.2 Entrevistas.	39

4.2.2.3 Análisis multitemporal	39
4.2.2.4 Proceso de degradación.....	39
4.2.3 Sitios a restaurar	41
4.2.4 Instalación de viveros.....	41
4.2.5 Selección de especies para restaurar	44
4.2.6 Propagación y manejo de las especies	44
4.2.6.1 Recolección de semillas.	44
4.2.6.2 Rescate de plántulas.	45
4.2.7 Diseño de siembra	45
4.2.8 Seguimiento y monitoreo	46
5. Resultados	46
5.1 Caracterización y composición florística	46
5.1.1 Predio El Salto.....	46
5.1.2 Predio Los Sitios	49
5.1.3 Predio Loma Alta	52
5.2 Índices de diversidad.....	55
5.3 Ecosistema de referencia.....	56
5.3.1 Revisión de información secundaria y entrevistas	56
5.3.2 Análisis multitemporal	59
5.3.3 Matriz de proceso de degradación.....	65
5.4 Sitios de restauración ecológica	69
5.5 Semillas y especies propagadas	72
5.5.1 Vivero Mortiño.....	72

5.5.2 Vivero Los Sitios.....	75
5.6 Germinación.....	81
5.7 Mortalidad.....	84
5.8 Diseños y técnicas de siembra.....	87
5.8.1 Núcleos de siembra circular.....	87
5.8.2 Tres bolillos.....	87
5.8.3 Predio El Salto.....	88
5.8.4 Predio Los Sitios.....	99
5.8.5 Predio Loma Alta.....	103
5.9 Siembra.....	111
5.10 Control y seguimiento.....	115
5.11 Talleres de capacitación.....	116
6. Discusión.....	118
7. Conclusiones.....	126
8. Recomendaciones.....	127
Referencias bibliográficas.....	129
Apéndices.....	137

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación del Complejo de Páramo Almorzadero	32
Figura 2. Mapa de ubicación de los predios.....	33
Figura 3. Mapa de ubicación predio El Salto.....	34
Figura 4. Mapa de ubicación predio Los Sitios	35
Figura 5. Mapa de ubicación del predio Loma Alta	36
Figura 6. Etapas del proyecto de restauración ecológica	37
Figura 7. Instalación y áreas del vivero Mortiño	42
Figura 8. Instalación y áreas del vivero Los Sitios	43
Figura 9. Parcelas predio El Salto	47
Figura 10. Parcelas predio Los Sitios.....	50
Figura 11. Parcelas predio Loma Alta	53
Figura 12. Familias más representativas del área de estudio.	55
Figura 13. Coberturas entre los años 1987 y 2021 para el predio El Salto.	60
Figura 14. Coberturas entre los años 1987 y 2021 para el predio Los Sitios.....	62
Figura 15. Coberturas entre los años 1987 y 2021 para el predio Loma Alta	64
Figura 16. Sitios a restaurar en el predio El Salto.....	70
Figura 17. Sitios a restaurar en el predio Los Sitios.	71
Figura 18. Sitios a restaurar en el predio Loma Alta.	72
Figura 19. Semillas de <i>Lupinus bogotensis</i>	73
Figura 20. Semillas de <i>Hesperomeles obtusifolia</i>	74

Figura 21. Rescate de plántulas.....	75
Figura 22. Semillas de <i>Berberis goudotii</i>	76
Figura 23. Semillas de <i>Alnus acuminata</i>	77
Figura 24. Semillas de <i>Vallea stipularis</i>	78
Figura 25. Semillas de <i>Espeletia grandiflora</i>	79
Figura 26. Semillas de <i>Gynoxys fuliginosa</i>	80
Figura 27. Semillas de <i>Miconia summa</i>	81
Figura 28. Semillas germinadas de algunas especies.....	83
Figura 29. Ubicación parcelas de siembra Laguna 1 predio El Salto.	89
Figura 30. Parcela 1: NC, Laguna 1 del predio El Salto.....	90
Figura 31. Parcela 1: TB, Laguna 1 del predio El Salto.	91
Figura 32. Parcela 2: NC, Laguna 1 del predio El Salto.....	92
Figura 33. Parcela 2: TB, Laguna 1 del predio El Salto.	93
Figura 34. Parcela 3: NC, Laguna 1 del predio El Salto.....	94
Figura 35. Parcela 4: NC, Laguna 1 del predio El Salto.....	95
Figura 36. Parcela 5: NC, Laguna 1 del predio El Salto.....	96
Figura 37. Parcela 3: TB, Laguna 1 del predio El Salto.	97
Figura 38. Ubicación parcela de siembra Laguna 2, predio El Salto.....	98
Figura 39. Parcela 1: TB, Laguna 2 del predio El Salto.	99
Figura 40. Ubicación parcela de siembra nacimiento, predio Los Sitios.....	100
Figura 41. Parcela 1, Nacimiento predio Los Sitios.	101
Figura 42. Ubicación parcela 1 cerca viva, predio Los Sitios.....	102
Figura 43. Parcela 1, Cerca viva predio Los Sitios.	103

Figura 44. Ubicación parcelas nacimiento 1, predio Loma Alta.....	104
Figura 45. Parcela 1: NC, Nacimiento1 predio Loma Alta.....	105
Figura 46. Parcela 2: NC, Nacimiento1 predio Loma Alta.....	106
Figura 47. Parcela 3: TB, Nacimiento1 predio Loma Alta.	107
Figura 48. Ubicación parcelas nacimiento 2, predio Loma Alta.....	108
Figura 49. Parcela 1: NC, Nacimiento2 predio Loma Alta.....	109
Figura 50. Parcela 2: TB, Nacimiento2 predio Loma Alta.	110
Figura 51. Parcela 3: NC, Nacimiento2 predio Loma Alta.....	111
Figura 52. Primera siembra predio El Salto.....	112
Figura 53. Segunda siembra predio El Salto.....	113
Figura 54. Siembra predio Los Sitios.....	114
Figura 55. Siembra predio Loma Alta.	115
Figura 56. Seguimiento parcelas El Salto.	116
Figura 57. Talleres de capacitación y sensibilización ambiental.....	117

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Matriz de degradación total.....	40
Tabla 2. Escala de niveles de degradación global.....	40
Tabla 3. Especies identificadas en las parcelas El Tatal, predio El Salto.....	48
Tabla 4. Especies identificadas en las parcelas de la cascada El Salto.	49
Tabla 5. Especies identificadas en las parcelas predio Los Sitios.....	50
Tabla 6. Especies identificadas en el predio Loma Alta.	53
Tabla 7. Índices de diversidad.....	56
Tabla 8. Valor de importancia y valor de ponderación de proceso de degradación.	65
Tabla 9. Matriz de degradación total ponderada para cada uno de los predios.....	66
Tabla 10. Porcentaje de germinación de semillas	84
Tabla 11. Porcentaje de mortalidad para el vivero Mortiño.....	85
Tabla 12. Porcentaje de mortalidad vivero Los Sitios.	86

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A. Hoja de campo para caracterización florística	137
Apéndice B. Entrevista semiestructurada proceso histórico	138
Apéndice C. Tabla de indicadores para la medición de degradación.....	140
Apéndice D. Entrevistas a los propietarios y habitantes de los predios.	144
Apéndice E. Situación actual de cada uno de los predios.	147
Apéndice F. Mapas de zonificación final para cada uno de los predios.	150
Apéndice G. Mapa de pendientes para cada uno de los predios	153

Resumen

Título: Restauración ecológica participativa de zonas degradadas por procesos ganaderos y agrícolas en el Páramo del Almorzadero*

Autores: Mónica Julieth Sánchez Cárdenas, Lizeth Johana Santamaria Vega**

Palabras Claves: Restauración participativa, servicios ecosistémicos, ecosistema de referencia, viveros, plantas nativas, núcleos de siembra.

Descripción

Los páramos son ecosistemas importantes y estudiados por su alta diversidad de especies y la provisión de servicios ecosistémicos relacionados con el recurso hídrico. El Páramo Almorzadero es considerado una cama de agua, al proveer este recurso a 19 municipios de los departamentos de Santander y Norte de Santander para consumo humano y el desarrollo de las actividades productivas de la zona, principalmente la agricultura con mosaicos de pastos y cultivos, sumado a actividades ganaderas extensivas. Lo anterior, ha llevado a la reducción de poblaciones de especies de flora y fauna y pérdida de la cobertura vegetal que, junto con otros factores naturales cada vez más extremos (heladas, lluvias y vientos), han provocado mayor degradación del ecosistema. En este trabajo, se diseñó e implementó un plan de restauración ecológica participativa con especies nativas en tres predios pilotos, ubicados en las veredas Boyagá, sector Mortiño y Tinagá, sector Siote en el municipio de Cerrito, Santander. Se desarrollaron varias etapas que se complementan entre sí, en las cuales la comunidad hizo parte activa para obtener beneficios tanto económicos como sociales. Estas etapas fueron: caracterización florística, elección del ecosistema de referencia, identificación de los sitios a restaurar, instalación de viveros (importante para la propagación de especies destinadas para la siembra), y se establecieron los diseños florísticos para cada predio. Todas las etapas estuvieron acompañadas por capacitaciones que contribuyeron a fortalecer el proceso y asegurar el éxito del mismo a lo largo del tiempo. Se propagaron en los viveros 13 especies nativas, 8 por semillas y 5 por rescate de plántulas, las cuales fueron sembradas en núcleos de siembra circulares, tres bolillos, y en la instalación de cercas vivas, para un total de 910 individuos distribuidos en los tres predios. Este proyecto servirá de insumo para próximos procesos de restauración ecológica participativa en páramos.

* Trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Programa de Ingeniería Forestal. Director: Diego Suescún Carvajal, Magister en Bosques y Conservación Ambiental. Codirectora: Estefanía Gómez Betancurt, Bióloga. Esp. (c) Derecho del Medio Ambiente

Abstract

Title: Participatory ecological restoration of areas degraded by livestock and agricultural processes in the Paramo del Almorzadero*.

Authors: Mónica Julieth Sánchez Cárdenas, Lizeth Johana Santamaria Vega **

Keywords: Participatory restoration, ecosystem services, reference ecosystem, nurseries, native plants, planting nuclei.

Description

Moorlands or *paramo* are important ecosystems studied for their high species diversity and the provision of ecosystem services related to water resources. The Almorzadero *paramo* is considered a water bed, providing this resource to 19 municipalities in the departments of Santander and Norte de Santander for human consumption and the development of productive activities in the area, mainly agriculture with pasture and crop mosaics, in addition to extensive cattle ranching activities. This has led to the reduction of populations of flora and fauna species and loss of vegetation cover, which, together with other increasingly extreme natural factors such as frost, rain and wind, have caused further degradation of the ecosystem. In this work, a participatory ecological restoration plan with native species was designed and implemented in three pilot farms, located in the Boyagá, Mortiño and Tinagá, Siote sectors in the municipality of Cerrito, Santander. Several stages were developed that complement each other, in which the community took an active part, in order to obtain both economic and social benefits. These stages were: the floristic characterization, selection of the reference ecosystem, identification of the sites to be restored, installation of nurseries, an important for the propagation of species destined for planting, and the floristic designs for each property were established. All of the stages were accompanied by training that helped to strengthen the process and ensure its success over time. Thirteen native species were propagated in the nurseries, eight by seed and five by seedling rescue, which were planted in circular planting cores, three bolillos, and in the installation of live fences, for a total of 910 individuals distributed in the three properties. This project will serve as an input for future participatory ecological restoration processes in the *paramo*.

* Degree work

** Institute of Regional Projection and Distance Education. Forest Engineering Program. Director: Diego Suescún Carvajal, Magister in Forests and Environmental Conservation. Codirectora: Estefanía Gómez Betancurt, Biólogo.. Esp. (c) Environmental Law

Introducción

El páramo es uno de los ecosistemas estratégicos más representativos de Colombia (Rodríguez, 2014). Es producto de la conformación de procesos geológicos y climáticos, que permitieron el desarrollo de características edáficas, hidrológicas y geomorfológicas (Morales et al., 2007). Toda la importancia hidrológica de este ecosistema contrasta notablemente con su vulnerabilidad, debido a que son ambientes muy frágiles y sensibles a los cambios de cobertura y uso de la tierra, acelerando procesos de degradación (Aguirre et al., 2013; Garavito, 2015).

En la actualidad, el páramo se enfrenta a una combinación de disturbios tanto naturales como antrópicos (Vargas, 2002), causando efectos negativos al medio ambiente. Entre los disturbios naturales se encuentran las glaciaciones, el fuego, las fuertes heladas, lluvias y vientos, que dificultan la adaptación de muchas especies y provocan una serie de deslizamientos y erosión (Torres, 2014). En cuanto a los disturbios antrópicos, están las actividades productivas (agropecuarias y mineras), deforestación, incendios y contaminación que, como consecuencia, conllevan a la disminución de la reserva hídrica, deterioro del suelo y pérdida de la cobertura vegetal (Aguirre & Torres, 2013). Al mismo tiempo, estos disturbios generan la extinción de especies endémicas y reducen el tamaño de las poblaciones de flora y fauna (Vargas & Pérez, 2014), a su vez, altera la estructura, composición y función del ecosistema en diferentes escalas espaciotemporales (Cabrera & Ramírez, 2014) y disminuye la provisión de bienes y servicios, que dependen en gran medida, de la alta capacidad de retención del recurso hídrico gracias a su vegetación (Garavito, 2015).

El Páramo Almorzadero es un ejemplo de esta problemática, ha sufrido impactos en el

componente ambiental causados por la implementación de cultivos transitorios como papa, cebolla y ajo, así como el establecimiento de pastos usados en producción ganadera (Cabrera & Ramírez, 2014), que ocasionan cambios en la cobertura del suelo, disminución de la conectividad con otros páramos y la desaparición de especies de fauna y flora. Adicional a esto, se presenta un descontrol en la ganadería, los animales deambulan libremente por el páramo, generando compactación del suelo y pérdida de cobertura vegetal en estado de regeneración, porque se alimentan de ella. Es evidente la alteración en los hábitos de especies, como el cóndor de los Andes, aspecto generador de conflicto con la comunidad, porque es visto como una amenaza para la ganadería, y en ocasiones los pobladores recurren a prácticas de envenenamiento de la carroña como mecanismo para atentar contra su vida.

El propósito es implementar estrategias de restauración ecológica, basadas en la historia, composición y estructura del ecosistema original (Rojas, 2013), para ayudar al ecosistema a recuperar el componente ecológico (Torres, 2014) y dar un paso hacia la conservación. Se desarrolló en alianza con la tercera fase del proyecto: “Reconversión del sistema ganadero ovino extensivo a un sistema de semi-estabulación como alternativa para la reducción y mitigación del conflicto entre el hombre y el Cóndor de los Andes” bajo el lema “Cuido mis ovejas, protejo el páramo y el cóndor de los Andes”, liderado por la Fundación Parque Jaime Duque, el SENA y la Asociación Campesina Coexistiendo con el Cóndor ACAMCO, en el que se vincularon diez predios, de los cuales se eligieron tres como piloto para iniciar el proceso que servirá como referente para próximos proyectos de restauración. El trabajo, se ejecutó con la participación activa de la comunidad, que es fundamental para el desarrollo de iniciativas conducentes al manejo adecuado de los ecosistemas, sin poner en riesgo la continuidad del proceso de restauración (Duarte, 2017), y conseguir resultados exitosos a largo plazo, con la inclusión de las familias en la planeación,

puesta en marcha y seguimiento (Aguilar & Ramírez, 2016) para asegurar la conexión entre agua, vegetación y suelo. La restauración ecológica permite acoplar las especies para restablecer la funcionalidad ecológica, reducir la pérdida de biodiversidad y mejorar los servicios ambientales, a partir de contextos históricos, territoriales, dinámicos y sociales (Vargas & Pérez, 2014).

Este proyecto es muy importante para esta parte del páramo del municipio del Cerrito, y para los habitantes que se benefician de él tanto directa como indirectamente, dado que no se reportan procesos de restauración ecológica participativa en esta zona, a pesar de las iniciativas que se dan por parte del concejo municipal, actores sociales y organizaciones, en procesos de conservación, capacitación y educación ambiental en la zona, para la reconversión de los sistemas productivos y protección de las fuentes de agua (IAvH, 2017). Por esta razón, se hace necesario su implementación, para buscar resultados que favorezca al ecosistema y del mismo modo a las comunidades (Duarte, 2017), y tener resultados a futuro que contribuyan no solo incrementar la oferta y regulación del recurso hídrico en estos predios, sino también a mejorar los parámetros microbiológicos de este, ya que son fuente de abastecimiento para sus hogares, a través del cuidado y la protección de los cauces y cuerpos de agua, con el aumento en la cobertura vegetal (Rojas & Duarte, 2020), de igual forma, ayudar a cambiar hábitos de destrucción por prácticas de uso sostenible y conservación, que permitan recuperar el hábitat de especies de flora y fauna que sirven de alimento para el cóndor, y de esta manera, reducir el conflicto entre los habitantes.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un plan de restauración ecológica participativa con especies nativas, en el Páramo Almorzadero.

1.2 Objetivos específicos

Identificar el ecosistema de referencia y el proceso de degradación para la elección de los sitios a restaurar.

Implementar viveros para la propagación y conservación del material vegetal recolectado (semillas y plántulas) con el propósito de producir plantas, que serán destinadas en la fase de siembra de la restauración del ecosistema.

Realizar acompañamiento en talleres de sensibilización ambiental a lo largo de la ejecución del proyecto, que capaciten a la comunidad en el seguimiento del trabajo de restauración.

2. Antecedentes

Son varias las iniciativas de restauración en páramos tanto en Colombia como en otros países, que tienen relación con este proyecto, ya que se busca asistir al ecosistema, para que recupere parte de la cobertura vegetal que ha perdido debido a factores antrópicos, con la siembra de especies nativas por medio de diferentes técnicas. Asimismo, la inclusión y participación de la comunidad en todo el proceso para lograr que estos resultados perduren en el tiempo.

Toro et al. (2020), realizaron la experiencia de restauración ecológica en el Parque Nacional Natural los Nevados, en áreas de páramo que han sido objeto de disturbio por la ganadería y las quemas, utilizaron técnicas principalmente de restauración pasiva con la instalación de cercos que impiden el paso del ganado, y restauración activa, mediante el diseño e instalación de nódulos de siembra con 11 especies de plantas diferentes. Obtuvieron como resultado la intervención de 8894 sitios con la siembra de 6924 individuos de los cuales, 887 fueron propagadas en viveros y 6037 por la técnica de trasplante o reubicación de plántulas. Adicionalmente, la siembra directa de semillas de *Lupinus tolimensis* C.P.Sm, en diferentes sitios.

Sanclemente et al. (2017), ejecutaron la restauración ecológica en el Parque Nacional Natural el Cocuy, en áreas afectadas por procesos agropecuarios, con la participación comunitaria en la instalación de viveros temporales y permanentes y un amplio conocimiento en la propagación de especies nativas para avanzar a la conservación y mejorar la producción de los servicios ecosistémicos. Lograron reproducir 22 especies vegetales por medio de semillas, estacas y rescate de plántulas, para la posterior siembra en los predios Infiboy, Chorreron y Hoya.

Aguirre & Torres (2014), implementaron la restauración ecológica en ecosistemas de páramos en Ecuador, en la Unidad Hidrográfica Jatunhuayco, mediante la zonificación de diferentes áreas de conservación, su caracterización e identificación de sitios prioritarios a restaurar, para establecer diversas soluciones según su degradación. Obtuvieron como resultado la ejecución de cinco estrategias como son: la descompactación de los suelos, resiembra de especies niñeras que contribuyen con el crecimiento y supervivencia de otras especies, el aislamiento de los sitios para evitar los agentes tensionantes; la instalación de refugios para mamíferos pequeños, y la construcción de perchas para las aves, lo que favorece la dispersión de semillas.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible y la Corporación Autónoma Regional de Santander (MADS & CAS, 2012), con el convenio interadministrativo No. 90-2012, iniciaron el proceso de restauración en los municipios de Encino, Coromoro y Gámbita, pertenecientes al Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Guantiva y la Rusia, en el Departamento de Santander. Se llevó a cabo en predios públicos y privados, a través de la restauración asistida, por medio de la producción de material vegetal nativo en vivero y para los sitios desprovistos de vegetación. También la restauración espontánea con el aislamiento y el control de los agentes tensionantes, favoreciendo el incremento de la cobertura vegetal. Demostraron la importancia de la participación y capacitación de la comunidad que habita en la zona.

Insuasty et al. (2011), aplicaron técnicas para la restauración en zonas dañadas o perturbadas por el pastoreo por medio de ciclos, en el Parque Nacional Natural Chingaza. Primero, se realizó la descompactación del suelo, seguido de la siembra de *Lupinus bogotensis* Benth, como especiefijadora de nitrógeno y, por último, la reubicación y trasplante de *Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl. y otras especies de pajonal. Se demostró que la reubicación de los frailejones es una buena estrategia para dar origen a focos de regeneración y que la siembra de *L. bogotensis*

contribuye a crear un microclima que favorece el crecimiento de las especies cercanas y la propagación de nuevas especies.

3. Marco referencial

3.1 Marco teórico

3.1.1 Conservación y diversidad en los páramos

Colombia es un país mega diverso, contiene imponentes y únicos ambientes como los páramos; ecosistemas que solo se localizan en ocho países del mundo (Rodríguez, 2014), y que presentan variaciones climáticas debido a constantes cambios de temperatura, humedad relativa, radiación solar, luminosidad y vientos, haciendo evidente en algunos casos el fenómeno de niebla (Morales et al., 2007), situación que determina la cobertura y composición florística (Sarmiento et al., 2013), con un alto grado de endemismo, que conlleva a considerarlo como un ecosistema más biodiverso que la selva húmeda tropical (Serrano et al., 2008).

Para Sarmiento et al. (2013) el complejo de páramo se encuentra entre el bosque andino y el límite inferior de las nieves perpetuas. Este ecosistema se caracteriza por la presencia de frailejonales, pajonales y matorrales, que contribuyen a la formación del suelo, que es un factor importante en el almacenamiento y producción de agua, influyendo en la creación de humedales, lagunas y nacimiento de quebradas y ríos que conforman cuencas hídricas de las cuales dependen muchas comunidades.

El ecosistema de alta montaña es ampliamente estudiado, se han determinado aproximadamente 5000 especies de plantas vasculares, de las cuales, 4000 se encuentran en Sudamérica (Llambí, 2012) y 730 plantas endémicas localizadas en los páramos de Colombia, evaluadas en estado de conservación de amenaza, con 19 especies en peligro crítico, 36 en peligro y 27 vulnerables, principalmente de especies de frailejones, bromelias y ericáceas (Díaz et al., 2018). Por otro lado, el páramo también ofrece variedad de especies de fauna endémica entre los que se destacan los colibríes y algunos anfibios; se han registrado cerca de 70 especies de aves y 70 especies de mamíferos, algunos emblemáticos y en estado de amenaza, entre ellos, el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el cóndor de los Andes (*Vultur gryphus*) y el venado coliblanco (*Odocoileus virginianus*) (Llambí, 2012).

En la actualidad, el crecimiento poblacional y las actividades productivas han generado una transformación y degradación del páramo, por lo cual, se hace necesario dar un paso hacia la conservación y restauración basada en la historia, composición y estructura del ecosistema original (Rojas, 2013) e implementar prácticas de desarrollo sostenible para revertir los daños causados que aceleradamente amenazan la existencia del ser humano (Aguirre et al., 2013).

3.1.2 Provisión de servicios ecosistémicos en los páramos.

Los ecosistemas de alta montaña son apreciados por la biodiversidad que albergan, así como la multiplicidad cultural y paisajística, que son el soporte de los bienes y servicios ecosistémicos, favoreciendo la productividad y el bienestar humano (Rodríguez, 2014).

Actualmente, se sabe que estos ecosistemas son importantes al contribuir en el almacenamiento y la regulación del agua, siendo este su principal servicio (Garavito, 2015), pues asegura a la población un continuo abastecimiento tanto en calidad como cantidad, manteniendo

igualmente, los servicios de provisión como alimento (ganadería, agricultura y pesca); servicios de regulación climática, fertilidad, polinización y purificación del aire; así mismo, los servicios culturales que contribuyen a la identidad cultural, recreación, turismo, educación ambiental y ecológica (Sánchez et al., 2014). De igual forma, se da la particularidad del servicio que tienen los suelos, que fijan y almacenan el carbono atmosférico, que contribuye a mitigar el cambio climático (Sarmiento et al., 2013), gracias al material geológico y su elevado contenido de materia orgánica (Cabrera & Ramírez, 2014).

El Páramo Almorzadero, suministra diversos servicios ecosistémicos entre los que se destaca el servicio de provisión del recurso hídrico, que abastece a 19 municipios de los departamentos de Santander, Norte de Santander y Boyacá, distribuidas a través de las cuencas hidrográficas del río Chitagá, río Cobugón-Cobaría por la vertiente oriental y por la vertiente occidental con la cuenca del río Chicamocha conformada por los ríos Servitá, Tunebo, Negro, Umpalá y Guaca, que aportan la mayor oferta hídrica, a los municipios Cerrito, Concepción, Enciso, Málaga, San José de Miranda, San Miguel, Carcasí, Guaca, San Andrés, Macaravita, Cepitá, Molagavita, Capitanejo y Santa Bárbara (IAvH, 2017).

Adicionalmente, esta es la zona hidrográfica que presenta mayor demanda del recurso hídrico (182,3 MMC), para consumo humano y principalmente para las actividades productivas agrícolas en áreas con mosaico de pastos y cultivos principalmente de papa, ajo, trigo, cebada, cebolla, y fresa, así como actividades pecuarias extensivas con crías de ovejas y ganado lechero, que en conjunto conforman el servicio de provisión de alimentos (IAvH, 2017). Otro servicio que cabe destacar es el cultural, con actividades ecoturísticas donde se refleja la majestuosidad de este atractivo natural, con el recorrido de montañas, cascadas y lagunas que están rodeadas de especies

de frailejones que caracterizan su flora y al mismo tiempo el deleite de la observación de su fauna principalmente con el avistamiento de aves como el cóndor de los Andes (Peña, 2019).

3.1.3 Restauración ecológica en páramos.

La restauración ecológica se basa en un análisis multidimensional que busca la sostenibilidad entre el ecosistema y los sistemas productivos con la integración y composición de especies, estructura y función (Vargas, 2007). En Colombia, el concepto de restauración ha sido confundido con la reforestación, generando nuevos escenarios con presencia de especies exóticas, lo que lleva a aumentar los conflictos ambientales entre el aprovechamiento y la conservación del ambiente, además de la transformación del ecosistema paramuno (Cabrera & Ramírez, 2014). La restauración ecológica es un proceso de múltiples estrategias en un contexto histórico, territorial, muy dinámico y social (Cabrera & Ramírez, 2014), que permiten acelerar la recuperación de un ecosistema degradado por causas naturales o antrópicas, la cual relaciona el componente biótico y abiótico, es decir, el entorno y sus interacciones entre ellos (Aguirre et al., 2013).

Para Cabrera & Ramírez (2014) los objetivos de la restauración son:

Restauración ecológica propiamente dicha: recupera condiciones muy parecidas a las del ecosistema degradado, en cuanto a composición, estructura y funcionamiento, que garantiza ser autosostenible y conservar tanto especies como bienes y servicios.

Rehabilitación ecológica: el ecosistema perturbado se regenera por sí solo, con posibilidad de alcanzar o no su estado original.

Recuperación ecológica: restablece un servicio ecosistémico en particular, y por lo general su ecosistema no vuelve a su estado original y no es autosustentable.

3.1.4 Propagación de especies nativas en páramos.

La vegetación de páramo está sometida a condiciones extremas de temperatura, exposición intensa de radiación ultravioleta, fuertes vientos, altas elevaciones y daños físicos que son causados por nevadas y caída de granizo (Pedraza et al., 2004). Todos estos, son factores que limitan la dinámica, comportamiento y estructura de las plantas (Capacho, 2016), pero éstas a su vez se adaptan y evolucionan, lo que las convierte en especies endémicas de este ecosistema (Cabrera & Ramírez, 2014).

Los viveros de especies nativas son una parte importante en la restauración, pues garantizan la germinación y el desarrollo de las plántulas a lo largo del proceso (Fajardo, 2008) y son elementos socioculturales para intercambiar conocimientos con la comunidad (Marín & Armero, 2019). Para elegir las especies adecuadas, se deben tener en cuenta los rasgos reproductivos, la forma de dispersión de las semillas (autocoria, anemocoria, barocoria, hidrocoria y zoocoria), la expansión, la supervivencia y la asociación entre especies (Vargas & Pérez, 2014). Otra técnica es la reubicación o trasplante como una herramienta para superar las etapas de germinación, sin embargo, se debe tener en cuenta la autoecología y el papel de la especie con mayor abundancia, primordial para la dinámica del ecosistema (Rojas, 2013).

3.2 Marco conceptual

Anemocoria: Semillas pequeñas, con adaptaciones como alas o pelos en un extremo, que recorren extensas distancias por el agente dispersor viento, lo que les permite germinar lejos de sus progenitores, evitando la competencia. Además, desarrolla una diversidad genética, ya que se enfrentan a nuevos lugares y diferentes condiciones (Vargas & Pérez, 2014).

Autocoria: Dispersión por medio de frutos que se separan cuando están maduros, arrojando o expulsando la semilla a cortas distancias (Vargas & Pérez, 2014).

Barocoria: Frutos y semillas que caen al suelo por efecto de gravedad y peso, que posteriormente pueden ser transportadas por agua o animales (Vargas & Pérez, 2014).

Factores abióticos: Propiedades físicas que intervienen en el hábitat de los seres vivos, como: altitud, latitud, clima, humedad, radiación, vientos, suelo y sus nutrientes, que intervienen en el hábitat de los organismos (Vásquez & Buitrago, 2011).

Factores bióticos: Asociaciones y organismos que habitan y comparten un mismo lugar en un tiempo determinado como la fauna, la flora y los microorganismos (Vásquez & Buitrago, 2011).

Hidrocoria: Semillas transportadas por flujos de agua y lluvia, que recorren grandes extensiones por su capacidad de flote, hasta llegar a un lugar adecuado para germinar (Vargas & Pérez, 2014).

Índice de Shannon-Wiener: Es un índice de equidad, que expresa la uniformidad de los valores de importancia por medio de todas las especies de la muestra (Moreno, 2001).

Índice de Simpson: Es un índice de dominancia que indica la probabilidad de que dos individuos al azar sean de la misma especie (Moreno, 2001).

Páramo: Son ecosistemas de alta montaña, ubicados con límites superiores al bosque alto andino e inferiores a las nieves perpetuas, dominadas por bosques arbustivos, frailejones y pajonales, y también la presencia de ríos, arroyos, pantanos, lagos y lagunas, que constan de tres franjas: subpáramo, el páramo y el superpáramo (MinAmbiente, 2002).

El subpáramo, es el páramo bajo, situado entre los 3200 y 3600 m s. n. m. que se caracteriza por la presencia de vegetación arbórea y arbustiva del bosque alto andino y matorrales donde

predominan familias como Asteraceae, Hypericaceae y Ericaceae. El páramo propiamente dicho, ubicado entre los 3600 y 4100 m s. n. m. dominado por frailejones, chuscales y pajonales, y el superpáramo, es la franja superior con gran presencia de suelo rocoso y desnudo, con vegetación discontinua y una altitud sobre los 4100 m s. n. m. (MinAmbiente, 2002; Duarte, 2017).

Porcentaje de germinación (PG): indica el porcentaje de semillas germinadas en el vivero, relacionando el número de semillas germinadas (NSG) y el número de semillas sembradas (NTS) (Prado et al., 2015):

$$\%PG = \frac{NSG}{NTS} * 100$$

Porcentaje de mortalidad (r_m): Relaciona la cantidad de plántulas que murieron (N_s) con respecto a la cantidad de plántulas iniciales (N_o), en un intervalo de tiempo (t) (Mosquera et al., 2019)

$$r_m = (1 - (N_s/N_o)_t^1) * 100$$

Restauración activa: Es aquella donde el ecosistema debe ser intervenido o asistido directamente, para superar los agentes tensionantes y limitantes, y así garantizar el proceso de recuperación, a través de la siembra, plantación o traslado de material vegetal (Vargas et al., 2012).

Restauración pasiva: Se remueven los agentes tensionantes que causan degradación, para que el ecosistema se empiece a recuperar y regenerar por sí solo, aislando la zona e impidiendo la realización de actividades para que se lleve a cabo el proceso de sucesión (Vargas et al., 2012).

Vivero: Área destinada a la investigación y producción de material vegetal de plantas nativas o exóticas, donde la comunidad y los técnicos, experimentan diversos procesos germinativos, además del cuidado de las plántulas, hasta que estas alcanzan un tamaño ideal para ser sembradas en el lugar definitivo. Debe contar con zonas de germinación, áreas de crecimiento

y desarrollo, zona de rusificación, de preparación del sustrato y sistema de riego (Quiceno & Vásquez, 2017).

Semillas: Elemento de dispersión que tienen las plantas para movilizarse y asegurar su permanencia en el ecosistema a través de óvulos maduros que contienen el embrión dentro de una cubierta que las protege y acumula nutrientes. También son un mecanismo que tienen las plantas para movilizarse a nuevos paisajes y asegurar su permanencia en el ecosistema (Vargas & Pérez, 2014).

Zoocoria: Semillas cuya dispersión es realizada por animales, según Vargas & Pérez (2014) lo hacen de la siguiente forma:

Endozoocoria: los animales consumen las semillas y posteriormente son defecadas.

Ectozoocoria: las semillas se adhieren al cuerpo del animal y son transportadas de un lugar a otro.

3.3 Marco legal

Ley 1450 de 2011: Plan de Desarrollo 2010-2014. Contempla la necesidad de fortalecer la protección y restauración de la biodiversidad y la gestión del riesgo de pérdida de la misma junto con los servicios ecosistémicos que provee. Por esta razón en el Artículo 202 de dicha ley se establece que los páramos deben ser delimitados a escala 1:25.000 con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales, los cuales deben ser realizados por las autoridades ambientales.

Ley 99 de 1993: por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales

renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones, establece en el Artículo 1 los principios ambientales generales que deben guiar la gestión ambiental en el país. Entre ellos se encuentran:

Sección 4: Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial.

Sección 5: En la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso.

Sección 6: La formulación de las políticas ambientales tendrá en cuenta el resultado del proceso de investigación científica. No obstante, las autoridades ambientales y los particulares darán aplicación al principio de precaución conforme al cual, cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente.

Ley 1382 de 2010, Art. 34 (inexequible): establece las zonas excluibles de la minería, de la siguiente manera: No podrán ejecutarse trabajos y obras de exploración y explotación mineras en zonas declaradas y delimitadas conforme a la normatividad vigente como de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables o del ambiente. Las zonas de exclusión mencionadas serán las que han sido constituidas y las que se constituyan conforme a las disposiciones vigentes, como áreas que integran el (...), ecosistemas de páramo (...). Estas zonas para producir estos efectos, deberán ser delimitadas geográficamente por la autoridad ambiental con base en estudios técnicos, sociales y ambientales. Los ecosistemas de páramo se identificarán de conformidad con la información cartográfica proporcionada por el Instituto de Investigación Alexander von Humboldt.

Ley 162 de 1994: adopta el Convenio de Diversidad Biológica de Rio de Janeiro (1992) cuyo principio es la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa de los beneficiarios. Esta a su vez, fomenta la rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados, mediante los planes de ordenación territorial (Art. 8 párrafo f).

Ley 1753 de 2015: con la cual se modifica la ley 685 de 2001, código de minas, establece las zonas excluibles de la minería, donde se incluyen los páramos y humedales.

Decreto 3600 de 2007: por el cual se reglamentan las disposiciones de las leyes 99 de 1993 y 388 de 1997, relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural, en el Art. 4, establece lo siguiente:

“**Artículo 4º:** Categorías de protección en suelo rural, que se determinan en este artículo constituyen suelo de protección en los términos del artículo 35 de la Ley 388 de 1997 y son normas urbanísticas de carácter estructural de conformidad con lo establecido 15 [sic] de la misma ley: 1. Áreas de conservación y protección ambiental. Incluye las áreas que deben ser objeto de especial protección ambiental de acuerdo con la legislación vigente y las que hacen parte de la estructura ecológica principal, para lo cual en el componente rural del plan de ordenamiento se deben señalar las medidas para garantizar su conservación y protección. Dentro de esta categoría, se incluyen las establecidas por la legislación vigente, tales como:

- 1.1. Las áreas del sistema nacional de áreas protegidas.
- 1.2. Las áreas de reserva forestal.
- 1.3. Las áreas de manejo especial.
- 1.4. Las áreas de especial importancia ecosistémica, tales como páramos y subpáramo, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas, ciénagas, manglares y reservas de flora y fauna”.

Decreto 2372 de 2010, Art. 29: Ecosistemas estratégicos. Las zonas de páramos, subpáramo, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos como áreas de especial importancia ecológica gozan de protección especial, por lo que las autoridades ambientales deberán adelantar las acciones tendientes a su conservación y manejo, las que podrían incluir su designación como áreas protegidas bajo alguna de las categorías de manejo previstas en el presente decreto.

Resolución 706 de junio 28 de 2013: “Por medio de la cual se establecen unas reservas naturales de manera temporal como zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables o del ambiente”, resolución por la cual se protegen ecosistemas estratégicos.

Sentencia C-035 del 2016: protege a los páramos y autonomía territorial, deroga 6 artículos del Plan Nacional de desarrollo Ley 1753 de 2015, reiterando la prohibición minera en los páramos.

Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE 2012-2020) (MADS 2012): la cual plantea la necesidad de adelantar acciones que fortalezcan la protección y la restauración de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos. La PNGIBSE como herramienta política y administrativa de orientación, articulación, planificación y de ordenamiento y sostenibilidad territorial, asume que la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible del país son el resultado de la promoción e implementación conjunta de acciones de preservación, uso sostenible, generación de conocimiento y de restauración ecológica. Adicionalmente esta política integra las metas Aichi 2020 como punto de referencia para la gestión de la biodiversidad y para alcanzar el estado ambiental socialmente deseado, en la que, puntualmente la meta 14 se propone “la restauración de los ecosistemas, principalmente aquellos que brindan servicios ecosistémicos esenciales”, y la

meta 15 cuyo objetivo es la restauración de al menos el 15% de los ecosistemas degradados para el año 2020.

Decreto 953 del 2013: La CAR y las entidades territoriales deben poner esquemas de pagos por servicios ambientales y otros instrumentos que fomenten la conservación como actividad productiva.

Ley 1930 del 2018: La ley de protección de páramos, busca establecer como ecosistemas estratégicos los páramos, así como fijar directrices que propendan por su integridad, preservación, restauración, uso sostenible y generación de conocimiento.

4. Metodología

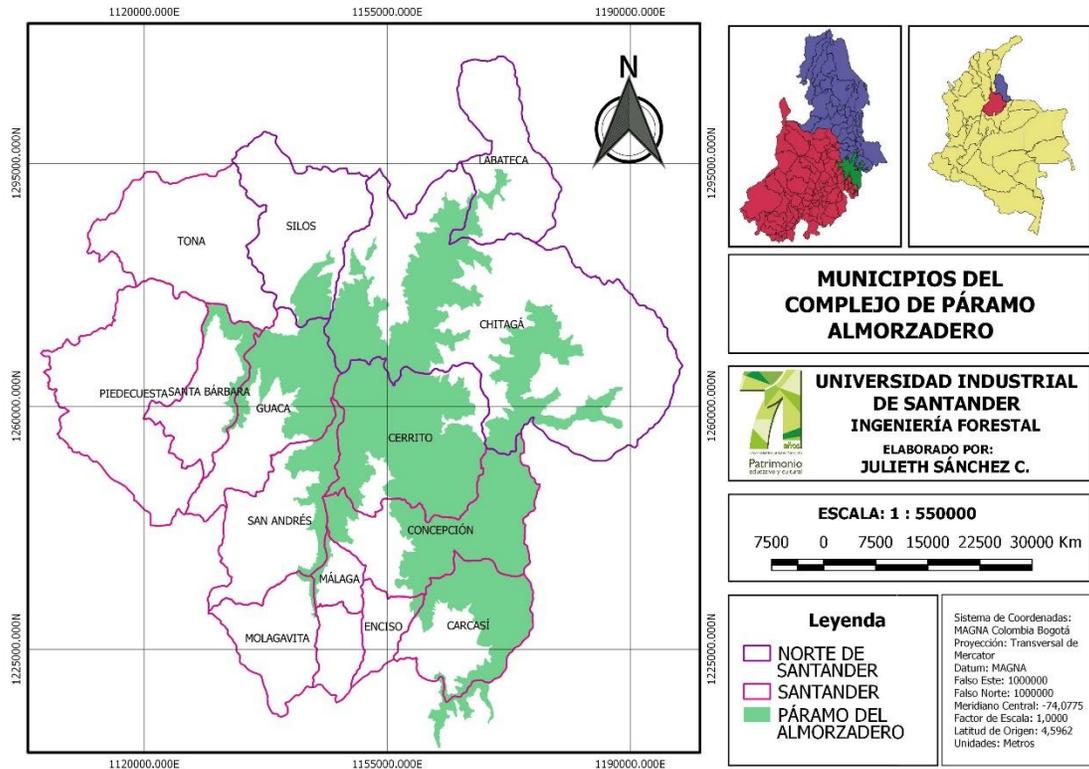
La metodología de la investigación aplicada es experimental

4.1 Área de estudio

El complejo de Páramo Almorzadero está ubicado en la Cordillera Oriental, en los departamentos de Santander, incluyendo los municipios de Cerrito, Guaca, Tona, Carcasí, Concepción, Enciso, Málaga, Molagavita, Piedecuesta, San Andrés, San José de Miranda y Santa Bárbara; y el departamento de Norte de Santander con los municipios de Chitagá, Labateca y Silos (Figura 1). Comprende unas 125.120 ha de extensión que se ubican entre los 3100 y 4530 m s. n. m. (Morales et al., 2007).

Figura 1.

Mapa de ubicación del Complejo de Páramo Almorzadero



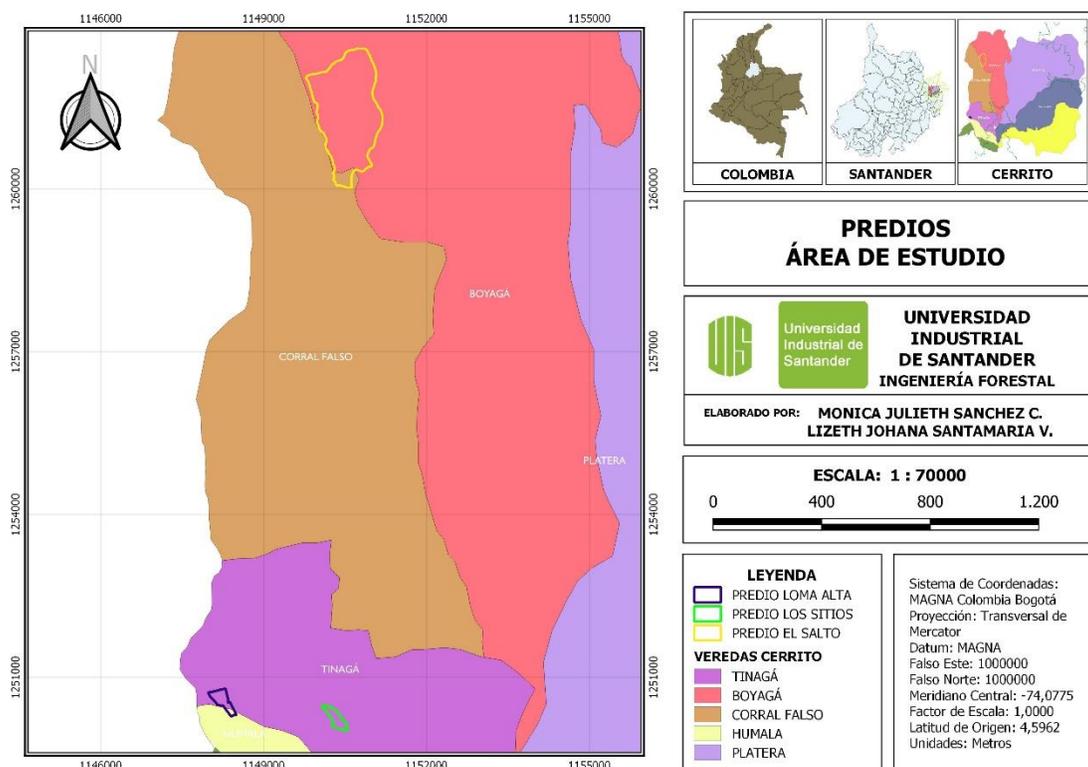
Este páramo en el departamento de Santander, es de gran importancia por su componente hídrico, y está conformado por numerosos, ríos, quebradas y corrientes de agua, también cuenta con presencia de humedales, turberas y nacimientos de agua (Sánchez et al., 2014). Sus principales drenajes pertenecen a los ríos Guaca, Angosturas, Servitá, que alimentan la cuenca del río Chicamocha, parte de la gran cuenca del río Magdalena (Capacho, 2016). El componente geológico está dominado por rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas; la cobertura de uso del suelo está conformada principalmente por bosques naturales, cuerpos de agua, afloramientos rocosos y zonas agrícolas (Aranguren et al., 2017). Además, en el componente social, sus habitantes desarrollan actividades económicas de agricultura y ganadería de doble propósito no

tecnificado, y actividades de educación ambiental principalmente con los niños, en temas de conservación y cuidado del ecosistema (Castillo et al., 2019).

El proyecto de restauración ecológica participativa se desarrolló en el municipio de Cerrito Santander, territorio que comprende 32.840 ha de páramo, en la vereda Boyagá, sector Mortiño y vereda Tinagá, sector Siote, en los predios privados El Salto, Los Sitios y LomaAlta (Figura 2), a través de la restauración asistida, en la que se implementó la propagación y siembra de especies nativas.

Figura 2.

Mapa de ubicación de los predios



El predio El Salto se encuentra ubicado en la vereda Boyagá, sector Mortiño (Figura 3), con latitud 6°57'12,05"N y longitud 72°43'2,42"O, altitud entre los 3700 y 4000 m s. n. m. y con un área aproximada de 220 ha; con diferentes zonas de transformación y conservación, con una

vegetación de transición de bosque alto andino (pocos relictos) a vegetación de páramo y zonas de pastizal utilizadas para la producción. Presenta áreas con afloramientos rocosos y altas pendientes, y zonas de importancia como la cascada El Salto, nacimientos, humedales, tres lagunas y una zona de conservación conocida como El Tatal, con presencia de frailejones y pajonales.

Figura 3.

Mapa de ubicación predio El Salto

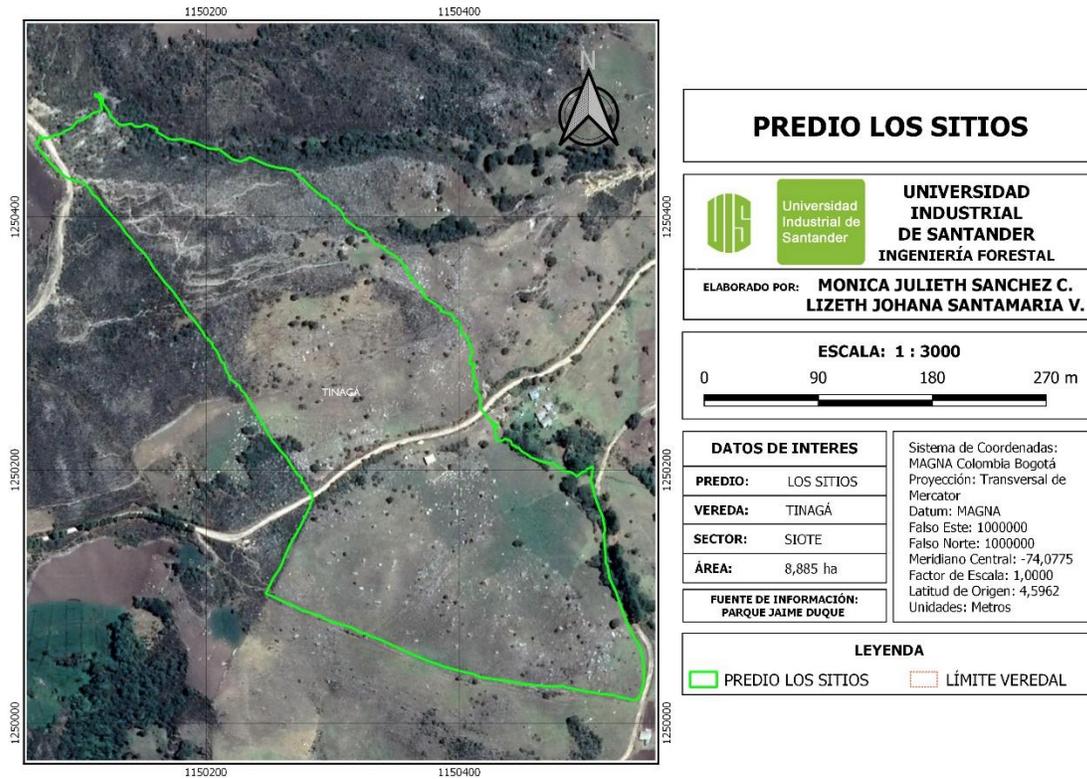


El predio Los Sitios se encuentra ubicado en la vereda Tinagá, sector Siote (Figura 4), con latitud 6°51'24,62"N y longitud 72°43'1,61"O, altitud de 3400 m s. n. m. y con un área aproximada de 9 ha. Es el predio más pequeño y con el menor rango altitudinal, con presencia de un nacimiento y escasos relictos de bosque alto andino de especies nativas y especies de páramo, se caracteriza

por presentar extensas áreas con afloramientos rocosos y una matriz de pastizales usados para la ganadería.

Figura 4.

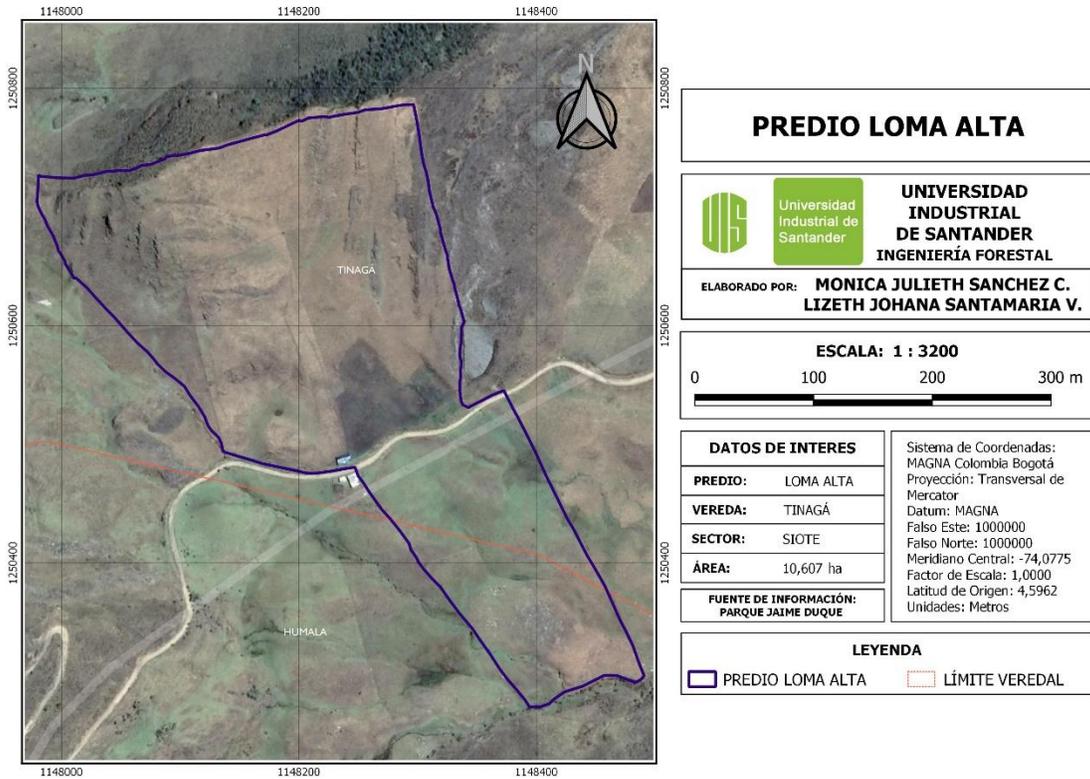
Mapa de ubicación predio Los Sitios



El predio Loma Alta se encuentra ubicado en la vereda Tinagá, sector Siote (Figura 5), con latitud 6°51'33,47"N y longitud 72°44'10,81"O, altitud entre los 3900 y 4000 m s. n. m. y con un área aproximada de 11 ha, con presencia de dos nacimientos y un humedal, es un terreno que se encuentra degradado por procesos ganaderos, con ausencia en la cobertura vegetal de especies nativas.

Figura 5.

Mapa de ubicación del predio Loma Alta



En las zonas transformadas de los tres predios, se encuentran especies como *Lachemilla orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb, *Trifolium repens* L, *Rumex acetosella* L, entre otras, vegetación de tipo herbáceo y pastos muy competitivos (Cabrera & Ramírez, 2014), que forman colchas o almohadillas, que alteran la composición original del lugar donde se encuentra, debido a su dominancia y permanencia (Toro et al., 2020).

4.2 Proceso de Restauración Ecológica Participativa

La restauración ecológica de un ecosistema no es un proceso sencillo, pero si muy necesario e importante que debe integrar los componentes bióticos, físicos y sociales, este último como medida sustancial para lograr el éxito a lo largo del proceso (Blanco, 2015). Es por esto que, como primer paso se socializó a los propietarios de los predios, el trabajo a realizar y la intervención que tendrían en cada uno de ellos. El proyecto se desarrolló en varias etapas que se complementan, estableciendo una secuencia, que se muestra y se describe a continuación (Figura 6).

Figura 6.

Etapas del proyecto de restauración ecológica



4.2.1 Recorridos y caracterización florística

Se realizó el recorrido en cada uno de los predios, en conjunto con la comunidad y compañeros tesisistas de la UIS. Se empleó un muestreo subjetivo en el cual, se tienen en cuenta los conocimientos de los actores sociales, luego se seleccionó como unidades de muestreo, aquellas áreas que se encuentran en las zonas más conservadas y que se ubicaban en los parches de vegetación que aún permanecen y que eran representativas de la población (McRoberts et al., 1992). Allí, se llevó a cabo la instalación de parcelas circulares de 250 m² con un radio de 8,92 m, que se midió con una cuerda (McRoberts et al., 1992). Se decidió por este tipo de parcelas y en ese tamaño porque la vegetación es muy homogénea, y es preferible instalar un mayor número de parcelas en diferentes puntos que permitan obtener una mayor diversidad. Adicional a esto, porque abarcaban mayor número de especies en cortas distancias, y por la facilidad para su instalación, evaluación y costos de establecimiento (McRoberts et al., 1992). Dentro de cada parcela se tuvieron en cuenta las especies, familias y número de individuos, y se evaluaron índices de diversidad (Shannon y Simpson). Para el registro de los individuos, se utilizó la hoja de campo consignada en el Apéndice A. Se tuvieron en cuenta las especies de árboles, arbustos y rosetas, ya que serán las posibles especies piloto a propagar para la restauración ecológica.

4.2.2 Ecosistema de referencia

4.2.2.1 Revisión de información secundaria. Se procedió a hacer revisión de información secundaria sobre el páramo, para establecer los cambios en el uso de las coberturas de suelo y así, determinar el proceso de degradación y las especies que han desaparecido.

4.2.2.2 Entrevistas. Se aplicó una entrevista semiestructurada a cada propietario y/o habitante de la finca conector del proceso histórico (Apéndice B). Adicional a esto, se obtuvo información de las entrevistas que realizó la Fundación Parque Jaime Duque para la elaboración de un plan de manejo.

4.2.2.3 Análisis multitemporal. Se ajustó la metodología de Peña (2015), donde se hizo uso de imágenes satelitales (Landsat 4 y Landsat 8) de la zona, que permitieron obtener la información requerida para evaluar el cambio de la cobertura vegetal en un periodo de 34 años, tomadas de la plataforma USGS.

Con el uso del programa QGis 3.14 se procedió a realizar corrección atmosférica, combinación de bandas falso color y color verdadero para, posteriormente, llevar a cabo la clasificación de las coberturas del suelo con el Plugin DZETSAKA. El resultado se convirtió de ráster a vector, se calculó el área que ubica cada cobertura, y, por último, se ejecutó el análisis estadístico en el programa Microsoft Excel.

4.2.2.4 Proceso de degradación. Con base en la información anterior y adaptando la metodología Torres (2014) y en conjunto con la Fundación Parque Jaime Duque, se establecieron una serie de indicadores biofísicos, sociales y económicos, que fueran medibles, adecuados, eficientes y fáciles de replicar, para ser evaluados cuantitativa y cualitativamente, que determinara el nivel de degradación de cada uno de los predios.

Los indicadores cuentan con un verificador (como se midió), escala de medición (nivel en que se encuentra la variable) y el nivel de degradación presentado (4: muy alto, 3: alto, 2: medio, 1: bajo, y 0: muy bajo o nulo) (Apéndice C). Cada parámetro se evaluó en la siguiente escala de valor de importancia: 1: no importante, 2: poco importante, 3: moderadamente importante, 4: muy importante, y 5: altamente importante, y se ordenaron en función de la importancia y se sumaron.

Posteriormente, se calculó el valor relativo en %, y se utilizó la matriz que se presenta a continuación (Tabla 1).

Tabla 1.

Matriz de degradación total

Indicador	Predio	Valor degradación (a)	Valor ponderación (b) axb
A		Valor promedio de los verificadores por cada indicador	Valor ponderado de cada indicador
B			
Σ de a x b			
Degradación global ponderada: ($\Sigma axb/4$)			
Puntaje de degradación			

Para el resultado del puntaje de degradación se utilizaron las siguientes escalas (Tabla 2), para una mayor variabilidad en los datos y un mejor análisis estadístico (Torres, 2014).

Tabla 2.

Escala de niveles de degradación global

Niveles de degradación	Índice (%)
Muy alto	80,1 – 100,0
Alto	60,1 – 80,0
Medio	40,1 – 60,0
Bajo	20,1 – 40,0
Muy bajo o Nula	0,0 – 20,0

Tomando en consideración los procesos anteriores, y con conocimiento de que el ecosistema de referencia es un área con buen estado de conservación o con características parecidas a las que se desean restaurar (Duarte, 2017), se hace importante su identificación, porque servirán de guía para la restauración de los ecosistemas degradados y de esta forma, poder compararlos en función, estructura y composición a lo largo del tiempo (Aguirre et al., 2013).

4.2.3 Sitios a restaurar

Se establecieron los sitios a restaurar en conjunto con la comunidad, y con base en lo planteado en la etapa del ecosistema de referencia, además de tener en cuenta la caracterización florística para la elección de las especies adecuadas para el lugar. También, se consideró la decisión de la población sobre el cuidado y protección de cuerpos de agua, las condiciones topográficas, las vías de acceso y el estado actual del suelo. Adicional a esto, se contó con la información del “plan de mejoramiento en mi predio familiar” realizado en cada predio por la Asociación para el Desarrollo Campesino (ADC) y la Asociación Minga Asorquídea – Yacuanquer. Posteriormente, cada propietario realizó el aislamiento de las zonas a restaurar, con malla ovejera para evitar el ingreso de animales de producción.

4.2.4 Instalación de viveros

Se realizó la instalación de dos viveros para la propagación de especies nativas, con participación de la comunidad y personal del SENA, y con los recursos proporcionados por Colciencias:

El primer vivero, está ubicado en la vereda Boyagá, sector Mortiño con coordenadas 6°57'14,67"N, 72°43'12,85" y altitud 3840 m s. n. m., en una zona cercana al predio El Salto, con unas instalaciones sencillas con cubierta en polisombra, conformada por áreas de germinación,

eras de crecimiento, desarrollo y rustificación, área de preparación de sustrato cubierto con plástico (Figura 7) y un sistema de riego de manera tradicional a cargo de la comunidad.

Figura 7.

Instalación y áreas del vivero Mortiño



El segundo vivero está en la vereda Tinagá, sector Siote, con coordenadas $6^{\circ}51'24,27''N$, $72^{\circ}43'1,84''O$ y altitud 3491 m s. n. m., en el predio Los Sitios, con una instalación tipo invernadero, con área para la preparación del sustrato, eras de germinación, crecimiento y desarrollo, y un sistema de riego por aspersion instalado bajo la supervisión del Ingeniero Agrónomo Rubén Carvajal, como se muestra a continuación en la Figura 8.

Figura 8.

Instalación y áreas del vivero Los Sitios



4.2.5 Selección de especies para restaurar

Se seleccionaron especies nativas identificadas en la caracterización, y que se encontraban en el ecosistema de referencia. Por último, se consideraron criterios, como los propuestos por Toro et al. (2020) y Quiceno & Vásquez. (2017):

- Especies con buena capacidad de fecundación o producción de semillas.
- Especies que sean aptas para el rango latitudinal a trabajar.
- Especies que tengan densidades altas para establecer conectividad.
- Especies de fácil propagación y rápido crecimiento.
- Especies que no sean invasoras.
- Especies que no requieran un cuidado especial o intenso.
- Especies con importancia para el ecosistema, ligado al estado de conservación de las plantas.
- Especies de interés para los actores sociales.

4.2.6 Propagación y manejo de las especies

Con la participación de la comunidad y funcionarios de la Fundación Parque Jaime Duque, se recolectó el material vegetal a propagar, mediante la ejecución de dos técnicas: elección y recolección de semillas y el rescate o reubicación de plántulas.

4.2.6.1 Recolección de semillas. Se identificaron plantas con buen estado fitosanitario y con alta producción y cantidad de semillas, evitando la recolección en plantas jóvenes (Sanclemente et al., 2017). También, se tuvieron en cuenta diversos aspectos como: dispersión de la semilla, forma, tamaño (preferiblemente grande) y estado de madurez. Lo correcto es recolectar semillas directamente de la planta, evitando recogerlas del suelo, porque su contenido de humedad podría estar alterado, o presentar algún ataque de patógenos. También, se tuvo en cuenta no

sobrepasar la recolección del 20% de semillas de una misma planta, porque puede afectar la fase de reproducción natural de la especie (Vargas & Pérez, 2014). Mientras se transportaban, las semillas se recolectaron en bolsas herméticas sellables para su posterior extracción y limpieza de impurezas, para aplicar el respectivo proceso pregerminativo y finalmente evaluar el porcentaje de germinación y mortalidad de cada especie.

4.2.6.2 Rescate de plántulas. Es una estrategia que ha sido muy utilizada desde hace mucho tiempo, por su eficacia en procesos de propagación o regeneración que por lo general son muy demorados, además, presentan mayor resistencia y crecimiento (Insuasty et al., 2011). Se extrajo el material vegetal con alturas entre los 5 y 12 cm, de diferentes zonas con alta densidad de plántulas que se encontraban en peligro, por ser objeto de alimento para el ganado y por estar en lugares no aptos para su desarrollo.

Se tuvieron en cuenta las recomendaciones de Quiceno & Vásquez. (2017) para la extracción adecuada, a través del método de descompactación de tierra que rodea el tallo y la raíz, con ayuda de un palo o garabato. Luego, se retiró cada plántula jalando desde la base y con el debido cuidado de no dañar o afectar su sistema radicular y provocar su marchitez o muerte. Por último, se almacenó el material en un recipiente con agua y un poco de tierra para protegerlas del sol, mientras son transportados al vivero para la siembra, que debe ser el mismo día de la recolección.

4.2.7 Diseño de siembra

El diseño de siembra adecuado a implementar, estuvo sujeto a la etapa de elección de los sitios a restaurar, a las especies disponibles en el vivero y la pendiente de la zona. De acuerdo con lo anterior, se planteó la forma, distancia, distribución y la cantidad de las plántulas a implementar

en cada diseño, para su posterior ahoyado, plateo, siembra y fertilización. Para la siembra se consideró la época de lluvias para aprovechar la humedad y contribuir al proceso de adaptación.

4.2.8 Seguimiento y monitoreo

Se explicó al propietario de cada predio el proceso para la fertilización, riego y plateo de las especies, para que adquirieran el compromiso del cuidado de las plántulas, puesto que este es un proceso que genera resultados a largo plazo, y solo de esta forma se podrá determinar dentro de un tiempo si se generaron cambios en la cobertura del suelo y el establecimiento de especies nativas, así como el control de especies nativas invasoras (*Rumex acetocella*, *Trifolium repens*, entre otras) (Toro et al., 2020).

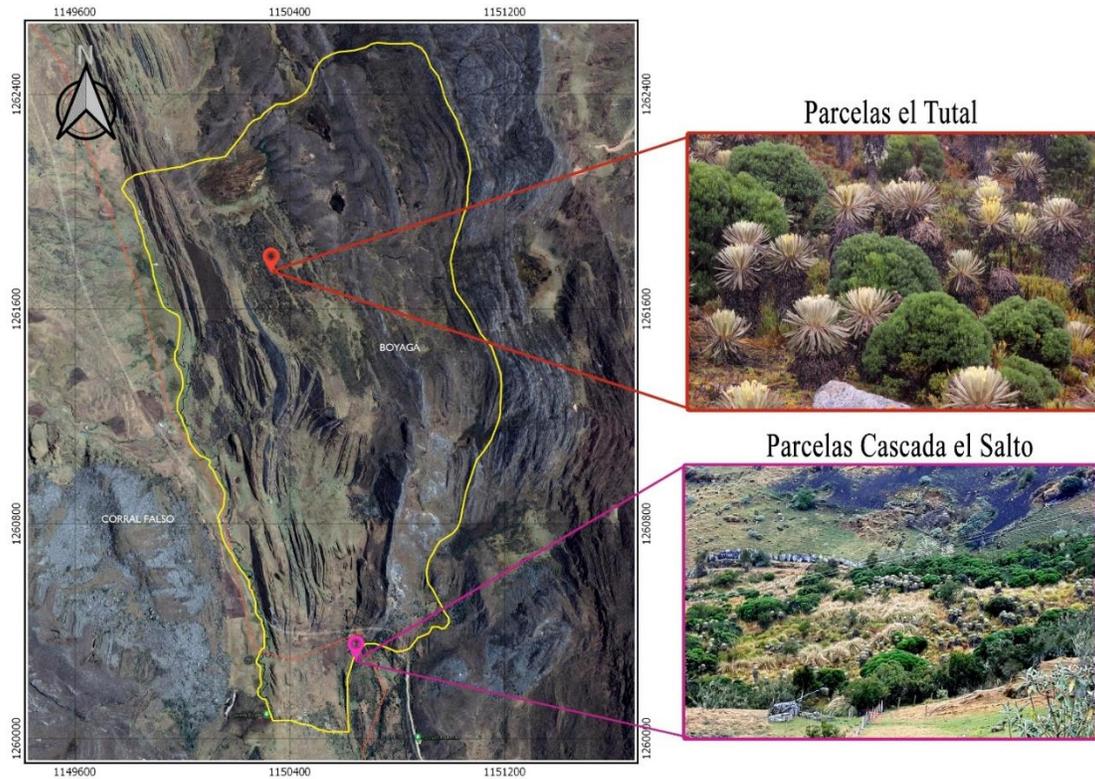
5. Resultados

5.1 Caracterización y composición florística

Se realizó la caracterización florística, con el fin de conocer la biodiversidad de flora presente en cada uno de los predios, cuya etapa es importante en la restauración, ya que es la base fundamental para determinar el ecosistema de referencia (Torres, 2014). Así, se pudieron elegir las especies a germinar y propagar en los viveros para la posterior siembra, además, de identificar el estado de conservación en el que se encuentran las especies.

5.1.1 Predio El Salto

En este predio se ubicaron dos áreas de muestreo ya que, en él, se encuentran dos tipos de vegetación (Figura 9), una transición de bosque altoandino y otra de páramo.

Figura 9.*Parcelas predio El Salto*

El primer punto de muestreo en el predio El Salto es un humedal en estado de conservación conocida como El Tatal, con coordenadas $6^{\circ}57'40,12''N$, $72^{\circ}43'2,63''O$ y una altitud 3950 m s. n. m., en el cual se instalaron seis parcelas, donde se registraron 342 individuos, 4 familias y 8 especies, con presencia dominante de frailejonales de la especie *Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl con 152 individuos y 30 individuos de *Senecio niveoaurus* Cuatrec. Además, se destacan especies arbustivas como *Baccharis rupícola* Kunth, *Pentacalia vaccinioides* (Kunth) Cuatrec. e *Hypericum mexicanum* L. (Tabla 3).

Tabla 3.*Especies identificadas en las parcelas El Tutal, predio El Salto*

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Nº de individuos
Bromeliaceae	<i>Puya goudotiana</i> Mez	Cardón	Casi Amenazada	17
Asteraceae	<i>Baccharis rupicola</i> Kunth	Chilco	No Evaluada Preocupación	74
Asteraceae	<i>Espeletia grandiflora</i> Humb. & Bonpl.	Frailejón Frailejón	Menor	152
Asteraceae	<i>Senecio niveoaurus</i> Cuatrec.	blanco	No Evaluada	30
Hypericaceae	<i>Hypericum mexicanum</i> L.	Lunaria	No Evaluada	13
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunth) Schltld. <i>Diplostephium rosmarinifolium</i>	Chite	No Evaluada	5
Asteraceae	(Benth.) Wedd. <i>Pentacalia vaccinioides</i> (Kunth)	Romero	No Evaluada	10
Asteraceae	Cuatrec.	Vichacha II	No Evaluada	41
Total				342

En el segundo punto de muestreo, se instalaron tres parcelas donde hay presencia de un parche bosque altoandino en una zona aledaña al lugar donde desemboca de la cascada El Salto, con coordenadas 6°56'53,40"N, 72°42'51,19"O y una altitud 3700 m s. n. m. Se registraron 192 individuos, 6 familias y 10 especies, donde predominan especies como *Lupinus bogotensis* Benth y *Gynoxys fuliginosa* (Kunth) Cass, además de la presencia de frailejones de *Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl. y *Espeletiopsis santanderensis* (A.C.Sm.) Cuatrec. (Tabla 4).

Tabla 4.*Especies identificadas en las parcelas de la cascada El Salto.*

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Nº de individuos
Asteraceae	<i>Gynoxys fuliginosa</i> (Kunth) Cass.	Hoja blanca	No Evaluada	17
Solanaceae	<i>Solanum stenophyllum</i> Dunal	Carbón	No Evaluada	12
	<i>Espeletia grandiflora</i> Humb. &		Preocupación	
Asteraceae	Bonpl.	Frailejón	Menor	96
Fabaceae	<i>Lupinus bogotensis</i> Benth.	Chocho	No Evaluada	34
Asteraceae	<i>Baccharis rupicola</i> Kunth	Chilco	No Evaluada	6
Berberidaceae	<i>Berberis goudotii</i> Triana & Planch.	Cacho de cabra	No Evaluada	3
	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.)			
Primulaceae	Spreng.	Cucharo	No Evaluada	2
	<i>Espeletiopsis santanderensis</i>		Preocupación	
Asteraceae	(A.C.Sm.) Cuatrec.	Frailejón	Menor	15
Solanaceae	<i>Cestrum buxifolium</i> Kunth	Tinto	No Evaluada	7
Total				192

5.1.2 Predio Los Sitios

Se instalaron dos parcelas en el relicto de bosque aledaño al nacimiento, con coordenadas 6°51'25,02"N, 72°42'57,72"O y una altitud 3700 m s. n. m., (Figura 10).

Figura 10.

Parcelas predio Los Sitios



En este punto se registraron 119 individuos, 17 familias y 25 especies entre árboles y arbustos entre las que predominan *Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers., *Acacia melanoxylon* R.Br., *Hesperomeles obtusifolia* (Pers.) Lindl. y *Berberis goudotii* Triana & Planch. (Tabla 5).

Tabla 5.

Especies identificadas en las parcelas predio Los Sitios.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Nº de individuos
Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	Acacia	No Evaluada	10
Betuláceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aliso	No Evaluada	6

	<i>Ageratina fastigiata</i> (Kunth)			
Asteraceae	R.M.King & H.Rob.	Amargoso	No Evaluada	3
Lamiaceae	<i>Salvia rubescens</i> Kunth	Dominico	Vulnerable	11
Hypericaceae	<i>Hypericum juniperinum</i> Kunth	Escobo	No Evaluada	1
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.)		Preocupación	
Asteraceae	Pers.	Chilco	Menor	15
Berberidaceae	<i>Berberis goudotii</i> Triana & Planch.	Cacho de cabra	No Evaluada	10
	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.)			
Primulaceae	Spreng.	Cucharo	No Evaluada	2
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus alpinus</i> Körn.	Cardo	No Evaluada	6
Polygalaceae	<i>Monnina salicifolia</i> Ruiz & Pav.	Guaguito	No Evaluada	5
Asteraceae	<i>Gynoxys fuliginosa</i> (Kunth) Cass.	Hoja blanca	No Evaluada	2
	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-			
Myricaceae	Os.	Laurel de cera	No Evaluada	2
Rosaceae	<i>Rubus robustus</i> C.Presl.	Mora	No Evaluada	5
Asteraceae	<i>Stevia lucida</i> Lag.	Jarilla	No Evaluada	2
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.)			
Rosaceae	Lindl.	Mortiño	No Evaluada	8
Pinaceae	<i>Pinus patula</i> Schltdl. & Cham.	Pino patula	No Evaluada	1
Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	Reventadera	No Evaluada	3
	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>			
Asteraceae	(Benth.) Wedd.	Romero	No Evaluada	2
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L.f.	Raco	No Evaluada	5
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	Sombrerito	No Evaluada	2
Solanaceae	<i>Cestrum buxifolium</i> Kunth	Tinto	No Evaluada	3

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	N° de individuos
	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth)			
Ericaceae	A.C.Sm.	Uva camarona	No Evaluada	3
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Vichacha	No Evaluada	2
Asteraceae	<i>Gnaphalium dombeyanum</i> DC.	Vira viro	No Evaluada	4
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Garrocho	No Evaluada	6
Total				119

5.1.3 Predio Loma Alta

Se instalaron dos parcelas en una zona aledaña al predio debido a la poca vegetación que se presenta, con coordenadas 6°51'46,71"N, 72°44'7,79"O y altitud 3910 m s. n. m. (Figura 11).

Figura 11.

Parcelas predio Loma Alta



La parcela está dominada por especies de pajonal y se registraron 136 individuos, 7 familias y 10 especies, entre los que se destacan *Espeletia grandiflora*, *Espeletiopsis santanderensis*, y *Miconia salicifolia* (Naudin) Naudin (Tabla 6).

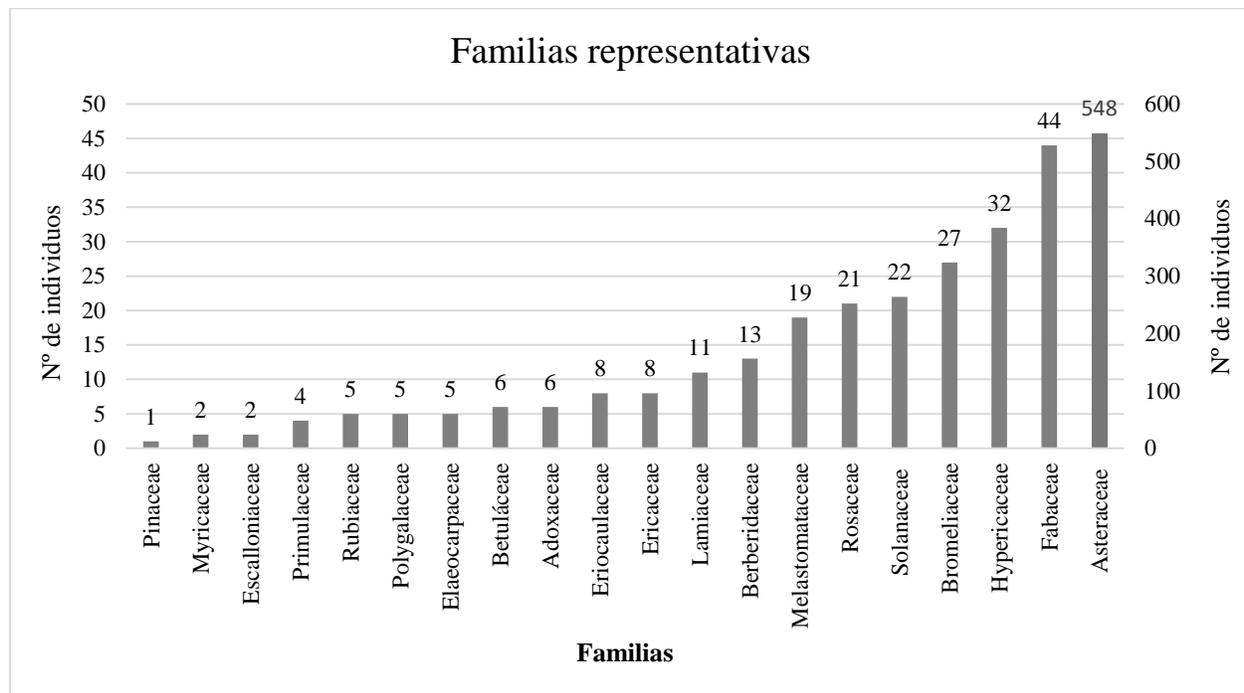
Tabla 6.

Especies identificadas en el predio Loma Alta.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estado de conservación	Nº de individuos
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus alpinus</i> Körn.	Cardo	No Evaluada Casi	2
Bromeliaceae	<i>Puya goudotiana</i> Mez	Cardón	Amenazada	10

			Preocupación	
Asteraceae	<i>Espeletia grandiflora</i> Humb. & Bonpl.	Frailejón	Menor	42
	<i>Espeletiopsis santanderensis</i>		Preocupación	
Asteraceae	(A.C.Sm.) Cuatrec.	Frailejón	Menor	35
Hypericaceae	<i>Hypericum mexicanum</i> L.	Lunaria	No Evaluada	18
Rosaceae	<i>Acaena elongata</i> L.	Cadillo	No Evaluada	8
Poaceae	<i>Cortaderia sp</i>	Cortadera	No Evaluada	
	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>			
Asteraceae	(Benth.) Wedd.	Romero	No Evaluada	2
Melastomataceae	<i>Miconia salicifolia</i> (Naudin) Naudin	Vara Negra		19
Total				136

En los tres predios se registraron un total de 789 individuos, 20 familias y 34 especies. Se observa que la familia más representativa es la Asteraceae con 548 individuos, seguida de la familia Fabaceae con 44 individuos e Hypericaceae con 32 individuos (Figura 12).

Figura 12.*Familias más representativas del área de estudio.*

Nota: Para efectos de escala, se incorporó un segundo eje para la familia más representativa (Asteraceae).

5.2 Índices de diversidad

Se aplicaron y analizaron dos índices de diversidad (Simpson y Shannon), los cuales evidencian que los ecosistemas son bajos en diversidad de especies, con excepción del predio Los Sitios que mostró la parcela más diversa de acuerdo con los índices Simpson y Shannon como se observa en la Tabla 7.

El índice de Shannon fue 1,90 y 1,74 para los predios El Salto y Loma Alta, respectivamente. Esto indica que hay una baja diversidad de especies, mientras que la finca Los Sitios fue de 2,98 que representa una mayor diversidad de especies. El índice de Simpson, establece la existencia de dominancia de una especie en cada una de las parcelas realizadas, dando como

resultado que el *Espeletia grandiflora* es la especie dominante para los predios El Salto y Loma Alta, mientras que para el predio Los Sitios fue *Baccharis latifolia*.

Tabla 7.

Índices de diversidad

Parcela	Índice de Shannon	Índice de Simpson
El Salto	1,90	0,74
Los Sitios	2,98	0,94
Loma Alta	1,74	0,79

5.3 Ecosistema de referencia

5.3.1 Revisión de información secundaria y entrevistas

En el Plioceno, se da comienzo al levantamiento de la cordillera de los Andes y se vincula el origen de los páramos como resultado de eventos tectónicos de diferentes periodos geológicos; esto provocó cambios bruscos en el relieve, clima, topografía, hidrología, que a su vez permitió la acumulación de humedad y nutrientes que determinaron la distribución y diversidad de la vegetación (Cabrera & Ramírez, 2014), con géneros endémicos como los frailejones que procedieron de especies arbóreas de *Espeletiinae*, posiblemente en el Cuaternario (Morales et al., 2007).

Con la llegada del ser humano a América del Sur, después de la finalización del último periodo glacial, se habitan los páramos en niveles bajos, pero, con el incremento de las temperaturas y la humedad, la vegetación fue subiendo gradualmente, y su población basó sus actividades en la caza y recolección (Hofstede et al., 2014). Para estos pobladores, los páramos eran sitios sagrados (Cabrera & Ramírez, 2014), llenos de mitos donde habitaban los dioses y los espíritus, eran lugares de paso donde recurrían a conseguir alimentos y medicinas, abriendo

camino entre las montañas. Posteriormente, se da la conquista española y este ecosistema se convierte en el país de las nieblas para los conquistadores, quienes en compañía de los indígenas ubicaron resguardos habitando el territorio y estableciendo que era la zona más apta para criar ganado y cultivar (Vásquez & Buitrago, 2011) y se introducen al territorio especie de ganado vacuno, ovino y equino, al igual que el cultivo de cereales (Baca, 2014).

De ahí en adelante se da la época de la colonia, donde comenzó el uso intensivo en el páramo, con técnicas de pastoreo ovino-vacuno y zonas de cultivos de papa y tubérculos (Cabrera & Ramírez, 2014). Adicional a esto, se dieron procesos de degradación y erosión puesto que, la cobertura de bosques empezó a disminuir por las quemadas y talas para el uso de la madera. También se implementó el uso de sistemas de riego, fertilizantes, plaguicidas, desarrollo de actividades mineras, construcción de vías de acceso, acueductos e introducción de plantas exóticas que ocasionaron la disminución y afectación en el recurso hídrico (Baca, 2014). Todas estas actividades han aumentado a lo largo del tiempo expandiendo la frontera agrícola, lo que se ve reflejado en la alteración de la estructura, composición y dinámica de los ecosistemas (Sarmiento et al., 2013).

En Colombia, la expansión de la frontera agrícola ha estado ligada también a la instalación de cultivos ilícitos en este ecosistema, el cual fue escenario de una zona de violencia y narcotráfico al ser resguardo de grupos armados (Baca, 2014). No obstante, también se han llevado a cabo procesos científicos para descubrir y estudiar la riqueza de este ecosistema, conocer el territorio, la comunidad que habita en ella y la interacción con el medio ambiente (Vásquez & Buitrago, 2011).

El Páramo Almorzadero, es uno de los páramos con mayor porcentaje de área transformada, aproximadamente el 21,77%, con respecto al área con vegetación natural,

principalmente por el establecimiento de coberturas de pastos y áreas agrícolas heterogéneas, pero adicional a esto, es un complejo con áreas en buen estado de conservación (Cabrera & Ramírez, 2014), lo que coincide con la información obtenida en las entrevistas realizadas.

De acuerdo con las entrevistas (Apéndice D), el Páramo Almorzadero es un ecosistema estratégico muy importante, pues sus habitantes obtienen de él, diversos servicios ecosistémicos y una opción para el sostén de sus familias. Uno de los entrevistados aportó información de hace 75 años, tiempo en el cual, el territorio era baldío, poco habitado y sin cultivos, manifestaba que era un lugar virgen y sagrado, pero con el pasar de los años y la ocupación del terreno, se empezaron a dar paso a actividades productivas como la ganadería extensiva con muchas cabezas de ganado ovino y vacuno sin control alguno, y la implementación de cultivos agrícolas principalmente de papa, que han trascendido por generaciones con la implementación de sistemas tradicionales (azadón, pica y bueyes) y uso de tractor, hechos con lo que coinciden los otros entrevistados.

Así mismo, se dieron actividades de caza, quemas, uso de productos químicos para mantener las cosechas y siembra de especies introducidas, que dieron paso a la reducción de la población de especies tanto de flora, como de fauna, la compactación del suelo y disminución del recurso hídrico, que actualmente tiende a la escasez en época secas. Todas estas actividades han disminuido con el paso del tiempo, como se observa en cada uno de los predios, donde se encuentran áreas transformadas, pero a su vez, pequeñas áreas de conservación, zonas que actualmente sirven de albergue de especies de fauna como el Puma, especie que ha migrado de otros páramos y que ahora se registra en estos terrenos.

Los propietarios de las fincas, manifestaron la preocupación y el interés por recuperar las zonas de sus predios que han sido degradadas, seguir manteniendo y aumentando las zonas de conservación totalmente aisladas, así como el establecimiento de nuevas formas de desarrollo

sostenible y amigable con el ecosistema a través de la implementación de huertas caseras para la producción de alimentos de mejor calidad y con más variedad, el manejo de materia orgánica y los residuos para la elaboración de abonos orgánicos, la protección de las fuentes del recurso hídrico, mejorar la infraestructura para los ovinos y la ejecución de prácticas de ecoturismo.

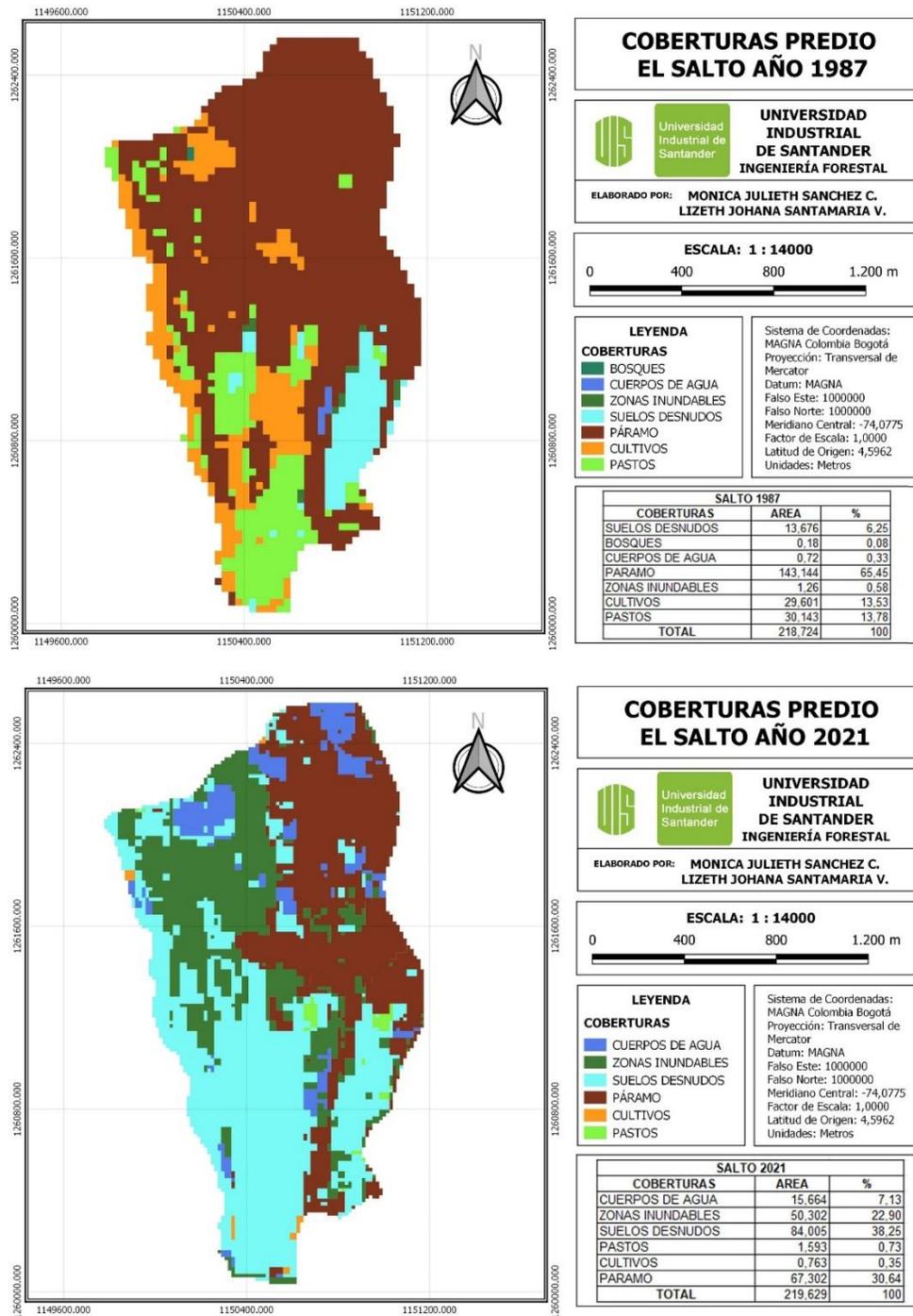
5.3.2 Análisis multitemporal

El análisis multitemporal de coberturas, se realizó de manera exploratoria porque no se contaba con imágenes de muy alta calidad para tener resultados detallados, ya que los predios son muy pequeños.

Para el predio El Salto, las coberturas entre el año 1987 y 2021 presentaron variaciones, obteniendo una disminución del 13% en las coberturas de pastos y cultivos, mientras que las coberturas de suelo desnudo y zonas inundables han aumentado en un 32 y 22%, respectivamente. Las áreas con mayor afectación presentan cobertura de vegetación de páramo con una disminución del 35% y la zona de bosque que ha tendido a desaparecer como se observa en la Figura 13.

Figura 13.

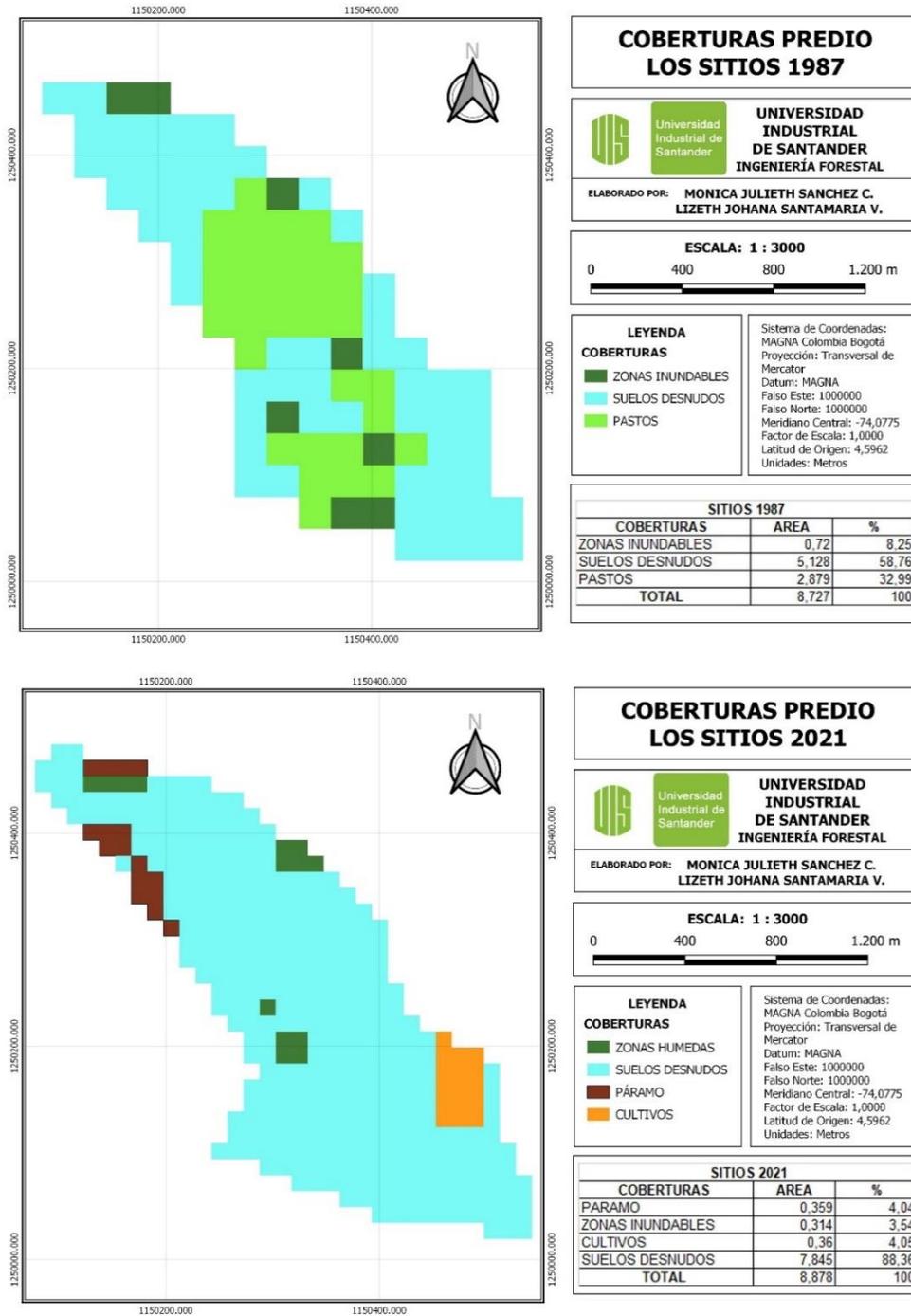
Coberturas entre los años 1987 y 2021 para el predio El Salto.



Para el predio Los Sitios, las coberturas de pastos y zonas inundables disminuyeron entre los años 1987 y 2021 un 32 y 5%, respectivamente, y las coberturas de suelo desnudo aumentaron en un 30%, así como la instalación de cultivos en un 4% (Figura 14).

Figura 14.

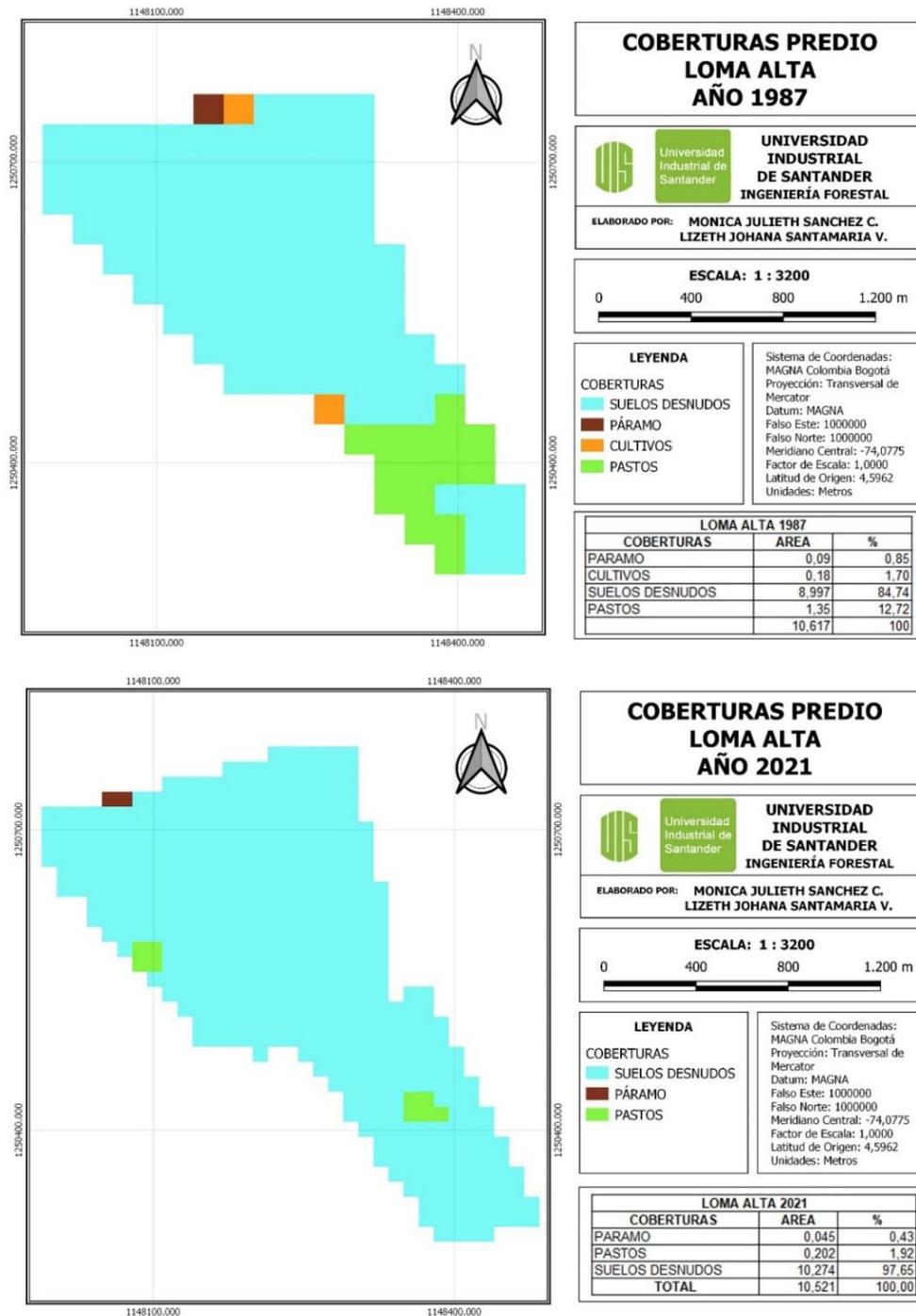
Coberturas entre los años 1987 y 2021 para el predio Los Sitios.



Finalmente, para el predio Loma Alta, en los años 1987 y 2021 las coberturas de pastos disminuyeron en un 11%, al igual que las zonas con vegetación de páramo, mientras que las coberturas de suelo desnudo aumentaron en un 13% debido a los procesos productivos a los que ha estado sometida, como se muestra en la Figura 15.

Figura 15.

Coberturas entre los años 1987 y 2021 para el predio Loma Alta



5.3.3 Matriz de proceso de degradación

Por medio de los nueve parámetros establecidos, se logró darle un valor de importancia a cada uno de los criterios, para los tres predios, como se observa a continuación en la Tabla 8.

Tabla 8.

Valor de importancia y valor de ponderación de proceso de degradación.

Indicador	Valor máximo de degradación	Valor de importancia	Valor de ponderación
A Cambios en la extensión de la cobertura natural del páramo	4	5	14,29
B Fragmentación del páramo	4	4	11,43
C Composición florística del páramo	4	5	14,29
D Poblaciones de especies sucesionales, tempranas y tardías	4	3	8,57
E Estado del suelo	4	5	14,29
F Amenazas	4	3	8,57
G Formas de producción	3	5	14,29
H Número de iniciativas para conservar el páramo	3	3	8,57
I Acuerdos sociales y/o legales de conservación	3	2	5,71
Total		35	100

Posteriormente, se ejecutó la matriz de degradación, obteniendo como resultado, una degradación media para los predios El Salto y Los Sitios, con un porcentaje de 53 y 59%,

respectivamente, principalmente por indicadores de cambios en la extensión de cobertura del páramo y por indicadores relacionados con la forma de producción y las iniciativas para la conservación, como se observa en la Tabla 9. Mientras que el predio Loma Alta, presentó una degradación alta con un porcentaje del 76%, por indicadores ecológicos, relacionados con la composición florística, cambios de cobertura vegetal y estado del suelo, además de los indicadores relacionados con las formas de producción.

Tabla 9.

Matriz de degradación total ponderada para cada uno de los predios.

Indicador	Valor máximo de degradación	Valor de degradación		Valor de ponderación (b)	axb (%)
		Predio	Nivel de degradación (%) (a)		
A Cambios en la extensión de la cobertura natural del páramo	4	El Salto	3	14,29	42,87
		Los Sitios	3		42,87
		Loma Alta	3		42,87
B Fragmentación del páramo	4	El Salto	2	11,43	22,86
		Los Sitios	1		11,43
		Loma Alta	0		0
C Composición florística del páramo	4	El Salto	1	14,29	14,29
		Los Sitios	2		28,58
		Loma Alta	4		57,16
D Poblaciones de especies sucesionales, tempranas y tardías	4	El Salto	2	8,57	17,14
		Los Sitios	3		25,71
		Loma Alta	3		25,71

E	Estado del suelo	4	El Salto	1,5	14,29	21,43	
							5
			Los Sitios	2		28,58	
			Loma Alta	2,5		35,72	
							5
F	Amenazas	4	El Salto	1,33	8,57	11,39	
							81
			Los Sitios	2		17,14	
			Loma Alta	3,5		29,99	
							5
Sumatoria axb			El Salto			129,9	
						931	
			Los Sitios			154,3	
						1	
			Loma Alta			191,4	
						6	
G	Formas de producción	3	El Salto	2	14,29	28,58	
			Los Sitios	2		28,58	
			Loma Alta	3		42,87	
H	Número de iniciativas para conservar el páramo	3	El Salto	2,5	8,57	21,42	
							5
			Los Sitios	2,5		21,42	
							5
			Loma Alta	3		25,71	
I		3	El Salto	2	5,71	11,42	

Acuerdos sociales y/o	Los Sitios	2		11,42
legales de conservación	Loma Alta	3		17,13
Sumatoria axb	El Salto			61,42
				5
	Los Sitios			61,42
				5
	Loma Alta			85,71
Degradación total ponderada	El Salto	$(\Sigma axb/4)$	32,498275	52,97
		$(\Sigma axb/3)$	20,475	
	Los Sitios	$(\Sigma axb/4)$	38,5775	59,05
		$(\Sigma axb/3)$	20,475	
	Loma Alta	$(\Sigma axb/4)$	47,865	76,44
		$(\Sigma axb/3)$	28,57	
Caracterización de la degradación	El Salto			MEDIO
	Los Sitios			MEDIO
	Loma Alta			ALTO

Con base en toda la información anterior, se establecieron los ecosistemas de referencia para cada uno de los predios, que se ubicaron en los mismos lugares donde se realizó la caracterización florística. En este caso, el ecosistema de referencia para el predio El Salto, es la zona de El Tatal, que alberga un área de preservación hídrica, con especies arbustivas, pajonales y frailejonales, representantes de la zona y sin presencia de disturbios antrópicos que afecten su conservación.

Para el predio Los Sitios, el ecosistema de referencia es la zona aledaña al nacimiento, como zona de protección del recurso hídrico, con especies de árboles y arbustos como *Acacia*

melanoxylon, *Baccharis latifolia*, *Alnus acuminata* y *Berberis goudotii*, entre las dominantes. Finalmente, para el predio Loma Alta, se seleccionó como ecosistema de referencia, el relicto de vegetación de páramo con especies de frailejones y arbustos, que está ubicado cerca del predio, ya que, dentro de este, las áreas están sometidas a la ovinocultura intensiva, con suelos erosionados y compactados, además de la abundante presencia de especies como *Lachemilla orbiculata*, *Rumex acetosella*, *Trifolium repens*, entre otras.

5.4 Sitios de restauración ecológica

Partiendo de la información de la situación actual del predio elaborado en el “plan de mejoramiento en mi predio familiar” realizado por la Asociación para el Desarrollo Campesino (ADC), Asociación Minga Asorquídea – Yacuanquer (Apéndice E) de la mano con la comunidad y con base en la riqueza de las especies, el proceso de degradación de cada predio, la producción de los servicios ecosistémicos y la implementación de estrategias de producción y desarrollo sostenible que serán el apoyo del sustento para sus familias, se establecieron los sitios con mayor prioridad para la restauración ecológica en los tres predios.

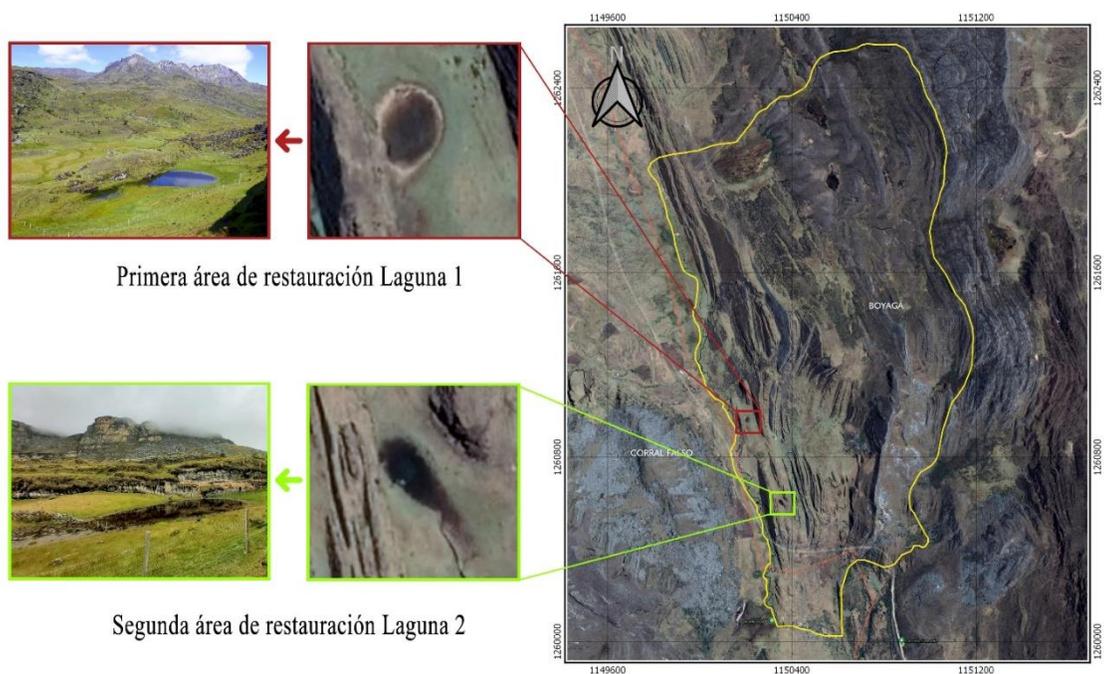
Los sitios que se obtuvieron como resultado, fueron muy transformados por las actividades productivas principalmente y que tienen mucha relación con el recurso hídrico. Áreas que se pretende en un futuro produzcan mayores beneficios, especialmente en lo relacionado con el suministro de agua, teniendo en cuenta que estas zonas abastecen a sus predios y muchas familias aguas abajo, y se encuentran desprovistas de vegetación que ayuden a su protección y conservación. Posteriormente, se realizaron los mapas de zonificación final de cada predio (Apéndice F), atendiendo a las necesidades de los propietarios y teniendo en cuenta las áreas de sus fincas que desean para la conservación, con fines de restauración pasiva o activa, las instalaciones de infraestructura, vías o caminos, así como las zonas de producción de uso

sostenible, con implementación de huertas caseras que obtener mayor variedad de productos para el autoconsumo, el manejo del ganado con sistemas semiestabulados y la delimitación de algunos potreros con cercas vivas.

En el predio El Salto, se quieren aumentar las zonas de conservación y manejo especial, por lo cual, se seleccionaron las zonas aledañas a solo dos de sus lagunas que se encuentran ubicadas cerca a la casa de habitación (Figura 16), zona donde se evidencia mayor afectación por actividades productivas. La otra laguna se encuentra en la zona de El Tusal con buen estado de conservación y protección, por lo cual no se tuvo en cuenta para el presente estudio.

Figura 16.

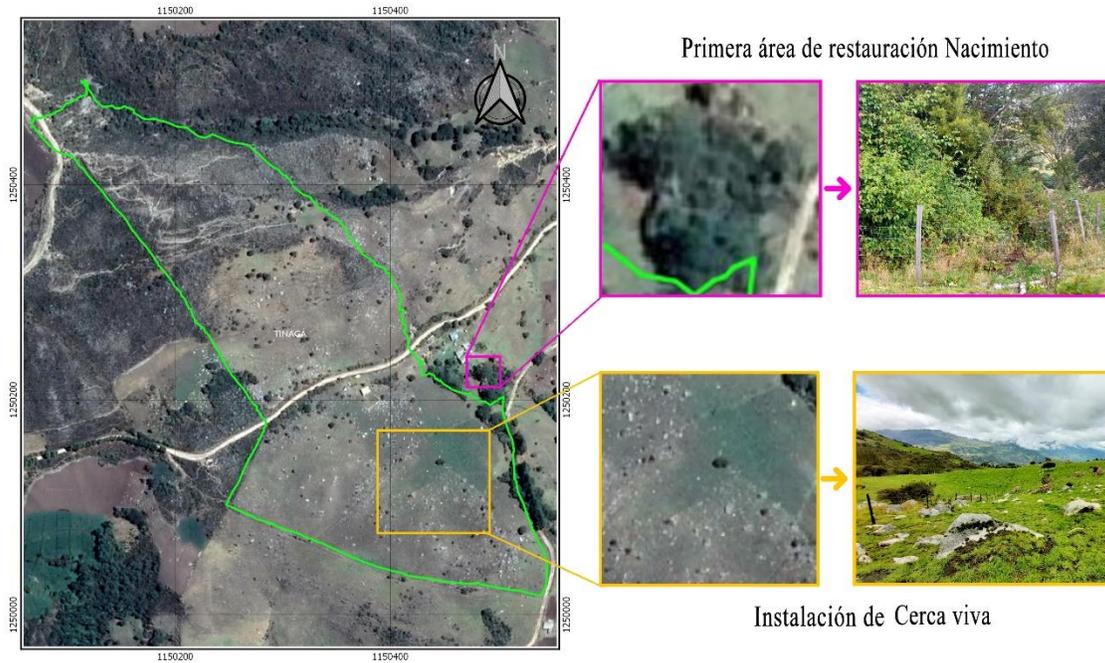
Sitios a restaurar en el predio El Salto



En el predio Los Sitios, se decidió reforzar la zona cercana al nacimiento y la implementación de cercas vivas para la delimitación y protección de potreros de actividad productiva sostenible (Figura 17). La zona de conservación de la parte alta, se aisló y se dejó para proceso de restauración pasiva.

Figura 17.

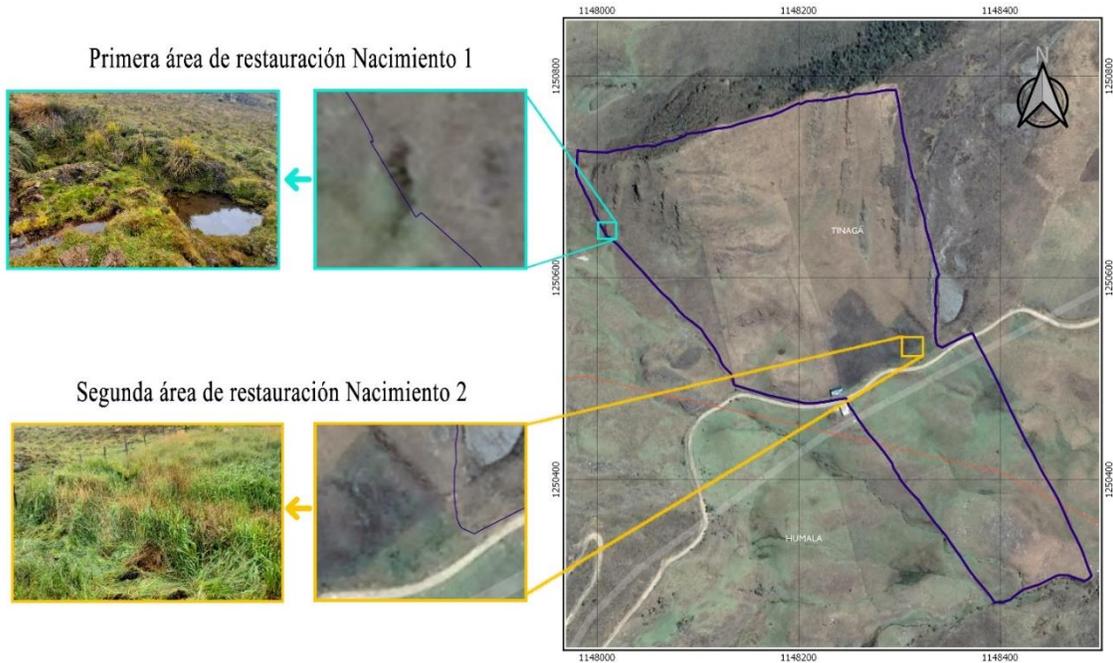
Sitios a restaurar en el predio Los Sitios.



En el predio Loma Alta, se optó por restaurar las zonas aledañas a los nacimientos, ya que se encuentran desprovistos de vegetación, debido a la actividad productiva (Figura 18).

Figura 18.

Sitios a restaurar en el predio Loma Alta.



5.5 Semillas y especies propagadas

5.5.1 Vivero Mortiño

Por medio de la técnica de recolección de semillas que se encontraron en el ecosistema de referencia, se propagaron las siguientes especies:

- *Lupinus bogotensis*, son semillas con dispersión autocoria, las cuales se sumergieron en agua fría por 24 horas como proceso pregerminativo (Figura 19).

Figura 19.

Semillas de Lupinus bogotensis.



- *Hesperomeles obtusifolia*, semillas de dispersión zoócora (Figura 20), las cuales se extrajeron del fruto, se lavaron con abundante agua, y se dejaron en remojo por 24 horas.

Figura 20.

Semillas de Hesperomeles obtusifolia.



Adicionalmente, con la técnica de rescate de plántulas (Figura 21), se manejaron especies como *Espeletia grandiflora*, *Senecio niveoaurus*, *Espeletiopsis santanderensis*, *Gynoxys fuliginosa* y *Puya goudotiana*.

Figura 21.

Rescate de plántulas.



5.5.2 Vivero Los Sitios

En este vivero se tuvieron en cuenta las especies encontradas en el ecosistema de referencia de los predios Los Sitios y Loma Alta. Se propagaron por semilla las siguientes especies:

- *Berberis goudotii*, semilla de dispersión zoócora con una o hasta cuatro semillas dentro del fruto, las cuales se pasaron por un proceso de separación, lavado y secado como se ve puede observar en la Figura 22.

Figura 22.

Semillas de Berberis goudotii.



- *Alnus acuminata*, su modo de dispersión es anemócora, se recolectaron los frutos maduros y se extrajeron las semillas, se dejan secar al sol y se sumergen en agua por 48 horas, como se muestra en la Figura 23.

Figura 23.

Semillas de Alnus acuminata



- *Vallea stipularis*, se recolectó el fruto, se abrió la capsula para sacar la semilla y se dejó secar y, por último, se sumergió en agua por 24 horas (Figura 24).

Figura 24.

Semillas de Vallea stipularis.



- *Espeletia grandiflora*, se recolectaron las inflorescencias y se extrajeron las semillas, se dejaron remojar por 24 horas, como se muestra a continuación en la Figura 25.

Figura 25.

Semillas de Espeletia grandiflora



- *Gynoxys fuliginosa*, semillas con dispersión anemócora, se les realizó limpieza de impurezas y se sumergieron en agua durante 24 horas, como se muestra en la Figura 26.

Figura 26.

Semillas de Gynoxys fuliginosa.



- Para las especies *Hesperomeles obtusifolia* y *Lupinus bogotensis*, se procedió de igual forma que en el vivero Mortiño.

Adicional a estas especies, se tuvo en cuenta otra especie que no se encuentran en la caracterización florística pero que se localiza en el predio de Los Sitios con pocos individuos en la parte cercana a la casa de habitación, es una especie nativa con buena producción de semillas, que sirve de refugio y alimento para la fauna, razones por las cuales se decidió su propagación:

- *Miconia summa*, semilla de dispersión zoócora que se dejó en agua por varios días para separarlas del fruto, y luego se extraen las semillas con cuidado porque son muy diminutas, como se muestra en la Figura 27.

Figura 27.

Semillas de Miconia summa.



Así mismo, con la técnica de rescate de plántulas se recolectaron especies como *Espeletia grandiflora*, *Espeletiopsis santanderensis*, *Gynoxys fuliginosa*, *Puya goudotiana*, *Viburnum triphyllum*, *Cortaderia sp*, *Salix humboltiana* y *Diplostephium rosmarinifolium*.

5.6 Germinación

La germinación de las especies se llevó acabo en bandejas de germinación con un sustrato de tierra negra con cascarilla de arroz, cal y abono orgánico de estiércol de oveja, y luego se trasplantaron a bolsas de vivero de tamaño 15x20 cm. En el trascurso del crecimiento y desarrollo

de las plántulas, se realizó deshierbe y supervisión para asegurar el buen estado fitosanitario de las mismas. Para la evaluación del porcentaje de germinación se hizo un seguimiento quincenal de las semillas de cada especie, considerando semillas germinadas aquellas que tenían los cotiledones completos, como se muestra en la Figura 28.

Figura 28.

Semillas germinadas de algunas especies.

Germinación *Lupinus bogotensis*



Germinación *Berberis goudotii*



Germinación
Espeletia grandiflora



Germinación
Gynoxys fuliginosa



Germinación *Alnus acuminata*



Germinación *Miconnia summa*



En el vivero Mortiño, se presentó un alto porcentaje de germinación en las especies de *Lupinus bogotensis* y *Hesperomeles obtusifolia* con porcentajes de 84 y 67%, respectivamente, y para el vivero Los Sitios, las especies que presentaron mayor porcentaje de germinación fueron *Alnus acuminata* (92%), *Hesperomeles obtusifolia* (82%) y *Vallea stipularis* (76%), como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10.

Porcentaje de germinación de semillas

Vivero	Especie	Semillas sembradas en vivero	Semillas germinadas	Porcentaje de germinación
Mortiño	<i>Lupinus bogotensis</i>	700	590	84,29
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	45	30	66,67
	<i>Lupinus bogotensis</i>	20	16	80,00
	<i>Gynoxys fuliginosa</i>	22	16	72,73
	<i>Berberis goudotii</i>	45	30	66,67
	<i>Espeletia grandiflora</i>	85	40	47,05
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	50	41	82,00
Los Sitios	<i>Alnus acuminata</i>	170	157	92,35
	<i>Miconia summa</i>	60	45	75,00
	<i>Vallea stipularis</i>	50	38	76,00

5.7 Mortalidad

En el porcentaje de mortalidad se tuvo en cuenta la cantidad de plántulas que murieron en vivero, ya sea por semilla o recolección por rescate, durante un periodo de 1 año (marzo 2019 – marzo 2020), comparado con la cantidad de plántulas que había disponibles al inicio.

En el vivero Mortiño se obtuvo un porcentaje de mortalidad alto para la especie *Lupinus bogotensis* con un porcentaje de 69%, seguido de especies como *Hesperomeles obtusifolia* con un 30%, *Espeletiopsis santanderensis* y *Espeletia grandiflora* con un porcentaje del 26%. Esto debido a que, en los meses de diciembre y enero, surgieron una serie de problemas técnicos y factores naturales como fuertes vientos que debilitaron la infraestructura del vivero, en especial la cubierta en polisombra, lo cual hizo que las especies se vieran más afectadas por las heladas, y como consecuencia, se dio la pérdida de gran parte del material vegetal (Tabla 11). Para la siembra de especies en los sitios de este predio, se utilizaron la totalidad de plántulas que se encontraban en el vivero, dejando sin material disponible para próximas siembras.

Tabla 11.

Porcentaje de mortalidad para el vivero Mortiño.

Técnica	Especie	Plántulas disponibles en vivero	Plántulas disponibles para la siembra	Tiempo (año)	Porcentaje mortalidad
Semillas	<i>Lupinus bogotensis</i>	590	181	1	69,32
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	30	21	1	30,00
	<i>Gynoxys fuliginosa</i>	7	7	1	0,00
	<i>Espeletiopsis santanderensis</i>	140	104	1	25,71
Rescate	<i>Puya goudotiana</i>	15	15	1	0,00
	<i>Senecio niveo aureus</i>	92	78	1	15,22
	<i>Espeletia grandiflora</i>	102	75	1	26,47

Para el vivero Los Sitios, se registró bajo porcentaje de mortalidad, debido a que el vivero cuenta con una instalación de tipo invernadero que ayudó a proteger las plántulas de los factores

naturales. La especie que presenta mayor grado de mortalidad propagada por semillas es *Berberis goudotii* y *Espeletia grandiflora*, ambas con un porcentaje de 33%, y por rescate de plántulas especies como *Puya goudotiana* con un porcentaje del 40% seguido de *Cortaderia sp* y *Diplostephium rosmarinifolium*, las dos con un 20%, como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12.

Porcentaje de mortalidad vivero Los Sitios.

Técnica	Especie	Plántulas disponibles en vivero	Plántulas destinadas para la siembra	Tiempo (año)	Porcentaje mortalidad
	<i>Lupinus bogotensis</i>	20	16	1	20,00
	<i>Gynoxys fuliginosa</i>	22	16	1	27,27
	<i>Berberis goudotii</i>	45	30	1	33,33
	<i>Espeletia grandiflora</i>	60	40	1	33,33
Semillas	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	50	41	1	18,00
	<i>Alnus acuminata</i>	170	157	1	7,65
	<i>Miconia summa</i>	60	45	1	25,00
	<i>Vallea stipularis</i>	50	38	1	24,00
	<i>Espeletiopsis santanderensis</i>	54	50	1	7,41
	<i>Espeletia grandiflora</i>	145	125	1	13,79
	<i>Gynoxys fuliginosa</i>	16	16	1	0,00
	<i>Puya goudotiana</i>	15	9	1	40,00
Rescate	<i>Viburnum triphyllum</i>	28	23	1	17,86
	<i>Cortaderia sp</i>	20	16	1	20,00
	<i>Salix humboltiana</i>	1	1	1	0,00

<i>Diplostegium</i>	10	8	1	20,00
<i>rosmarinifolium</i>				

En el vivero Los Sitios queda disponibilidad de plántulas de especies como *Espeletia grandiflora*, *Berberis goudotii*, *Miconia summa*, *Berberis goudotii*, *Gynoxys fuliginosa*, entre otras, en proceso de crecimiento y que podrán ser utilizados en posteriores siembras de proyectos de restauración.

5.8 Diseños y técnicas de siembra

Los diseños de siembra se realizaron de forma exclusiva para cada uno de los predios, teniendo en cuenta el sitio elegido en la etapa anterior y la capacidad de plántulas producidas en el vivero con suficiente altura para la siembra. Se tuvieron en cuenta dos técnicas a través de núcleos de siembra circulares y tres bolillos.

5.8.1 Núcleos de siembra circular

El diseño de siembra con núcleos circulares (NC), se realizó para establecer una conexión de las especies, a través de núcleos puntuales que permitan mayor diversidad por medio de la ubicación estratégica de las especies, con una distancia de siembra homogénea y teniendo en cuenta que las especies centrales serán las más tardías. Para favorecer su crecimiento en altura y en el borde estarán las especies de crecimiento rápido para el desarrollo de ramas (Sanclemente et al., 2017).

5.8.2 Tres bolillos

En este sistema de siembra de tres bolillos (TB), se ubicó cada plántula en el extremo de un triángulo, conservando siempre igual distancia entre las plántulas y las filas, con esta técnica se siembran más especies en una determinada área (Vidal & Carbo, sf), y se utilizaron en partes donde

no era posible instalar un núcleo de siembra circular, porque no se contaba con área suficiente para la instalación, o en lugares cercanos a las otras parcelas para establecer una conexión.

5.8.3 Predio El Salto

En la primera área de restauración Laguna 1, del predio El Salto, se realizaron los diseños de ocho parcelas de siembra distribuidas en cinco núcleos circulares de siembra y tres parcelas de tres bolillos, ubicados alrededor del cuerpo de agua, como se muestra en la Figura 29, tratando de cubrir la mayor área posible disponible de la zona aislada, teniendo cuidado de no ubicar plantas en las zonas inundables.

Figura 29.

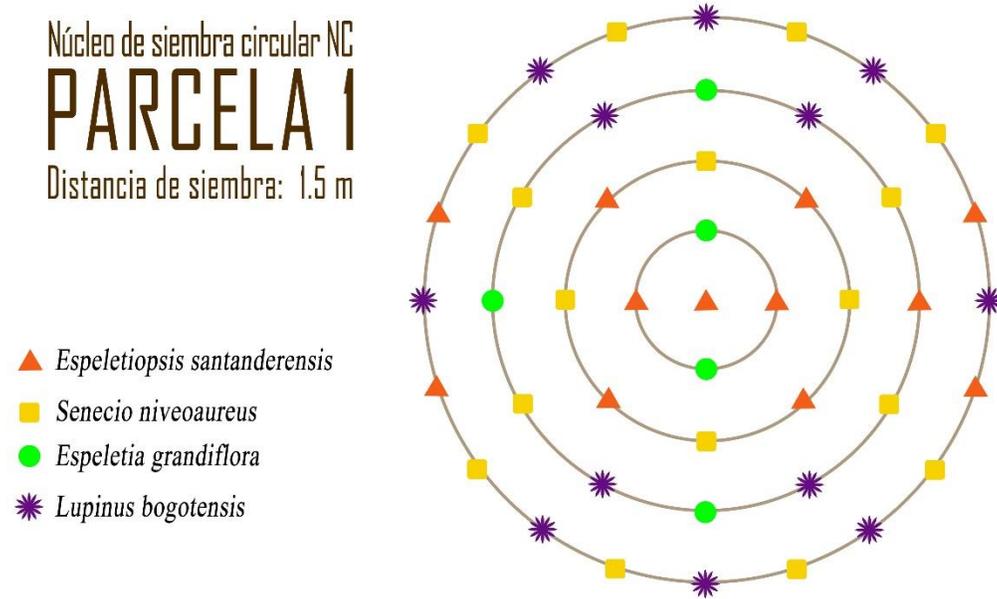
Ubicación parcelas de siembra Laguna 1 predio El Salto.



La parcela 1: NC, es un núcleo de siembra circular con cuatro anillos a una distancia de siembra de 1,5 m, que está compuesta por 45 individuos (Figura 30), de los cuales, 12 son *Espeletiopsis santanderensis*, especie central del núcleo, 16 *Senecio niveoaurus*, cinco *Espeletia grandiflora*, y 12 *Lupinus bogotensis*.

Figura 30.

Parcela 1: NC, Laguna 1 del predio El Salto.



La parcela 1; TB, se realizó a tres bolillos con una distancia de siembra de 1,5 m, y está compuesta por 27 individuos (Figura 31), de los cuales, nueve son *Espeletiopsis santanderensis* y 18 *Lupinus bogotensis*.

Figura 31.

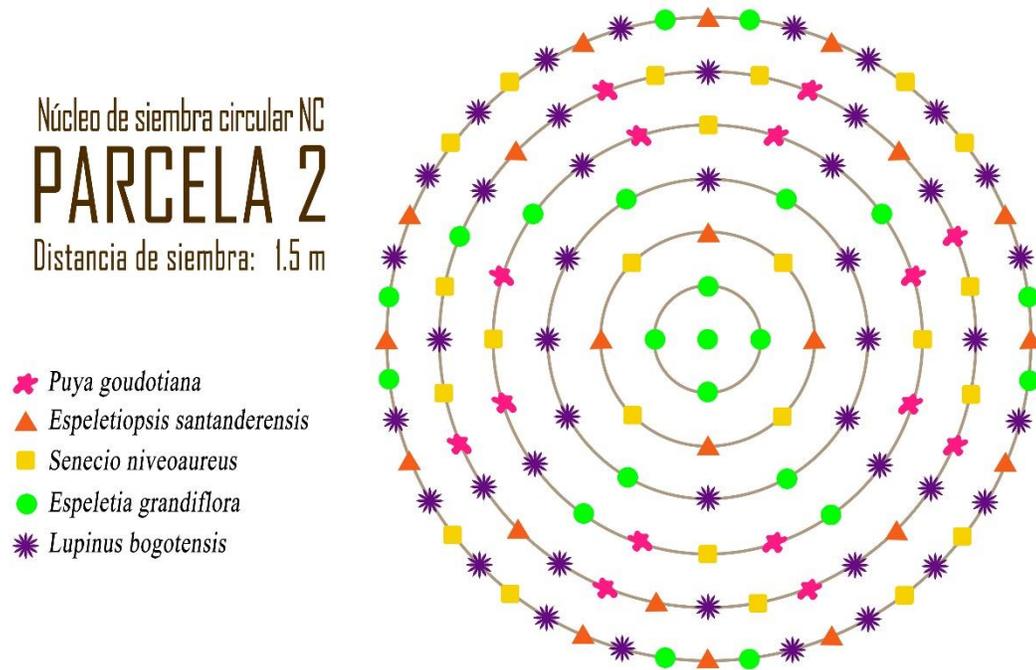
Parcela 1: TB, Laguna 1 del predio El Salto.



La parcela 2: NC, es un núcleo de siembra circular con seis anillos a una distancia de siembra de 1,5 m, que está compuesta por 125 individuos (Figura 32), de los cuales, 15 son *Puya goudotiana*, 21 *Espeletiopsis santanderensis*, 23 *Senecio niveoaurus*, 22 *Espeletia grandiflora* especie central del núcleo y 44 *Lupinus bogotensis*.

Figura 32.

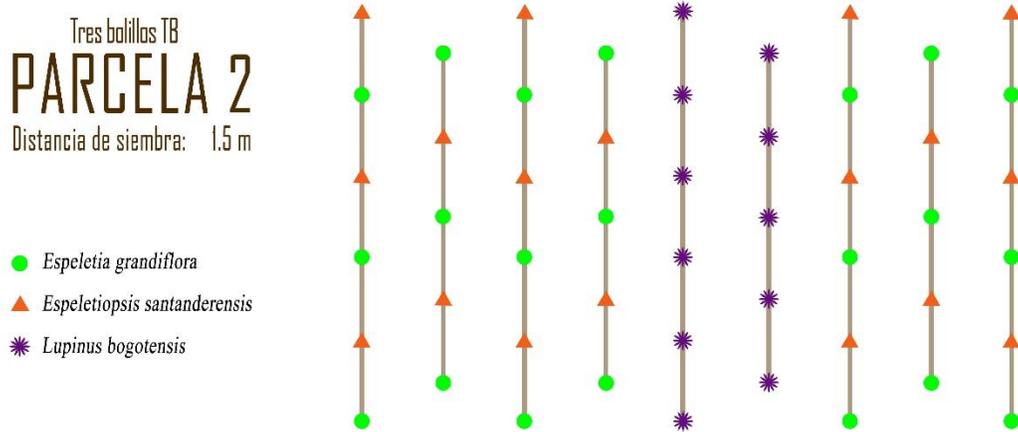
Parcela 2: NC, Laguna 1 del predio El Salto.



La parcela 2: TB, se realizó a tres bolillos con una distancia de siembra de 1,5 m, y está compuesta por 50 individuos (Figura 33), de los cuales, 21 son *Espeletia grandiflora*, 18 *Espeletopsis santanderensis* y 11 *Lupinus bogotensis*.

Figura 33.

Parcela 2: TB, Laguna 1 del predio El Salto.



La parcela 3: NC, es un núcleo de siembra circular con tres anillos a una distancia de siembra de 1,5 m, que está compuesta por 53 individuos (Figura 34), de los cuales, 22 son *Espeletopsis santanderensis*, cinco *Senecio niveoaurus* especie central del núcleo, 10 *Espeletia grandiflora*, y 16 *Lupinus bogotensis*.

Figura 34.

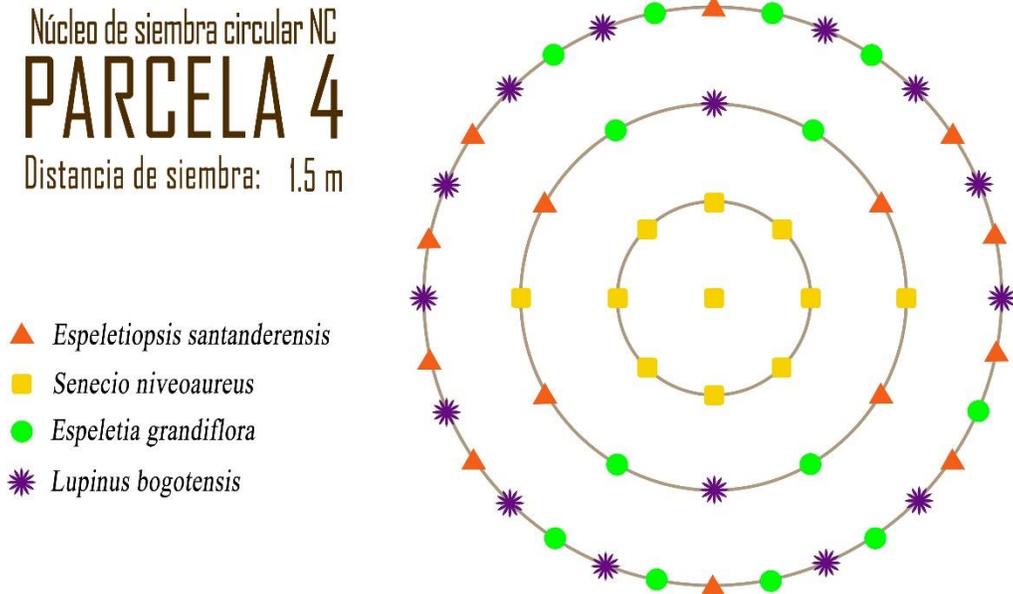
Parcela 3: NC, Laguna 1 del predio El Salto.



La parcela 4: NC, es un núcleo de siembra circular con tres anillos a una distancia de siembra de 1,5 m, que está compuesta por 53 individuos (Figura 35), de los cuales, 14 son *Espeletiopsis santanderensis*, 11 *Senecio niveoaureus* especie central del núcleo, 13 *Espeletia grandiflora*, y 15 *Lupinus bogotensis*.

Figura 35.

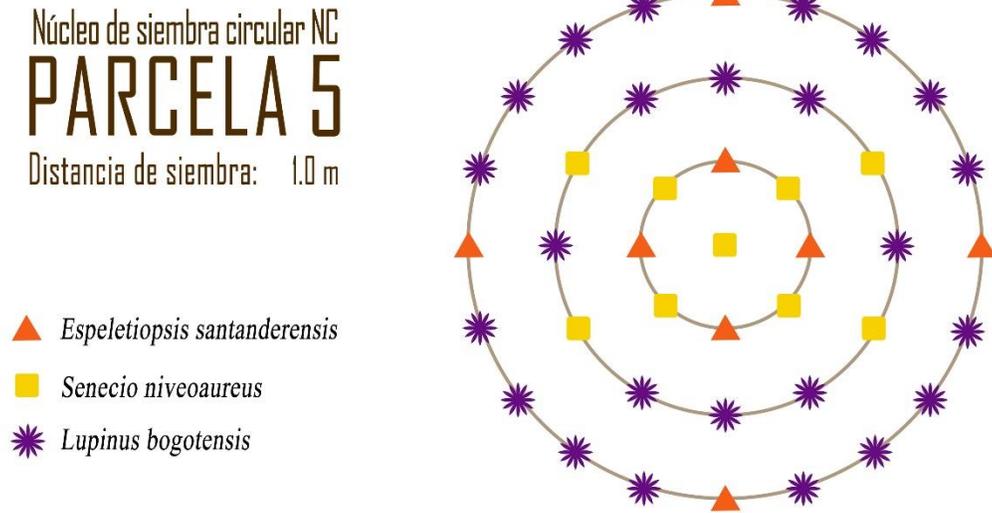
Parcela 4: NC, Laguna 1 del predio El Salto.



La parcela 5: NC, es un núcleo de siembra circular con tres anillos a una distancia de siembra de 1,0 m, que está compuesta por 41 individuos (Figura 36), de los cuales, ocho son *Espeletopsis santanderensis*, nueve *Senecio niveoaurus* especie central del núcleo y 24 *Lupinus bogotensis*.

Figura 36.

Parcela 5: NC, Laguna 1 del predio El Salto.



La parcela 3: TB, se realizó a tres bolillos con una distancia de siembra de 1,5 m, y está compuesta por 60 individuos (Figura 37), de los cuales, tres son *Gynoxys fuliginosa*, cuatro *Espeletia grandiflora*, 14 *Senecio niveoaurus*, 10 *Hesperomeles obtusifolia* y 29 *Lupinus bogotensis*.

Figura 38.

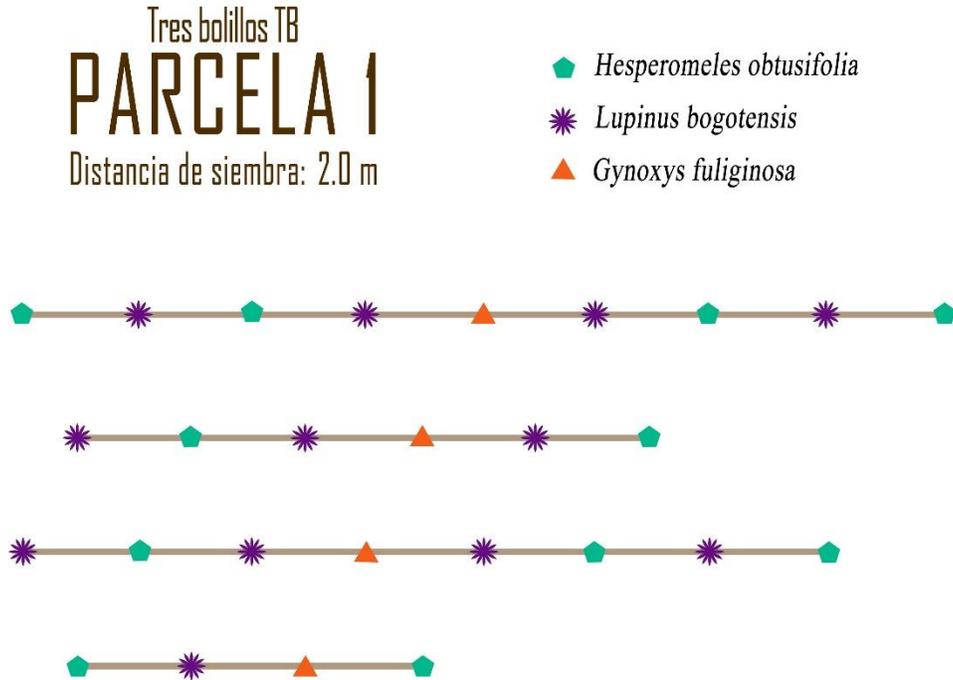
Ubicación parcela de siembra Laguna 2, predio El Salto.



La parcela 1: TB, se realizó a tres bolillos con una distancia de siembra de 2 m, y está compuesta por 27 individuos (Figura 39), de los cuales, tres son *Gynoxys fuliginosa*, 11 *Hesperomeles obtusifolia* y 12 *Lupinus bogotensis*.

Figura 39.

Parcela 1: TB, Laguna 2 del predio El Salto.



5.8.4 Predio Los Sitios

En la primera área de restauración del predio Los Sitios, se realizó el diseño de una parcela de siembra distribuida en el contorno del nacimiento para reforzar su protección, ubicada como se muestra en la Figura 40.

Figura 40.

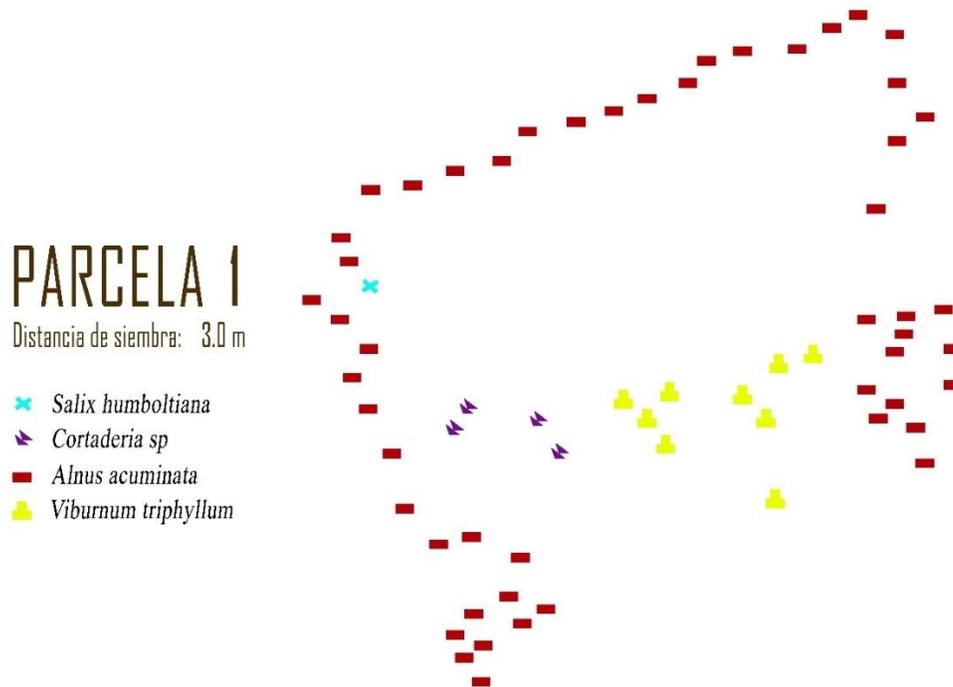
Ubicación parcela de siembra nacimiento, predio Los Sitios.



Se realizó el recorrido por el sitio y se ubicaron los puntos en los cuales era posible la siembra de las especies, con una distancia de 3 m entre especies, dando como resultado el diseño presentado en la Figura 41. Este diseño cuenta con 65 individuos, de los cuales, 51 son *Alnus acuminata*, cuatro *Cortaderia* sp, un *Salix humboltiana* y nueve *Viburnum triphyllum*.

Figura 41.

Parcela 1, Nacimiento predio Los Sitios.



La segunda área a manejar en este predio, es la instalación de cercas vivas para la separación de potreros de sistemas de uso y producción sostenible, que generen beneficios para el predio como la protección del ganado y cultivos, estableciendo un microclima que brinda sombra y protege de fuertes vientos, así como la producción de madera. Esta práctica genera al mismo tiempo beneficios al ecosistema como la conexión con relictos de vegetación, estableciendo corredores biológicos y la conservación de la flora y fauna, contribuyen a mejorar los suelos degradados con la fijación de nitrógeno y carbono que ayuda a reducir el calentamiento global (Almeida, 2015). Se realizó el diseño de cuatro (Figura 42).

Figura 42.

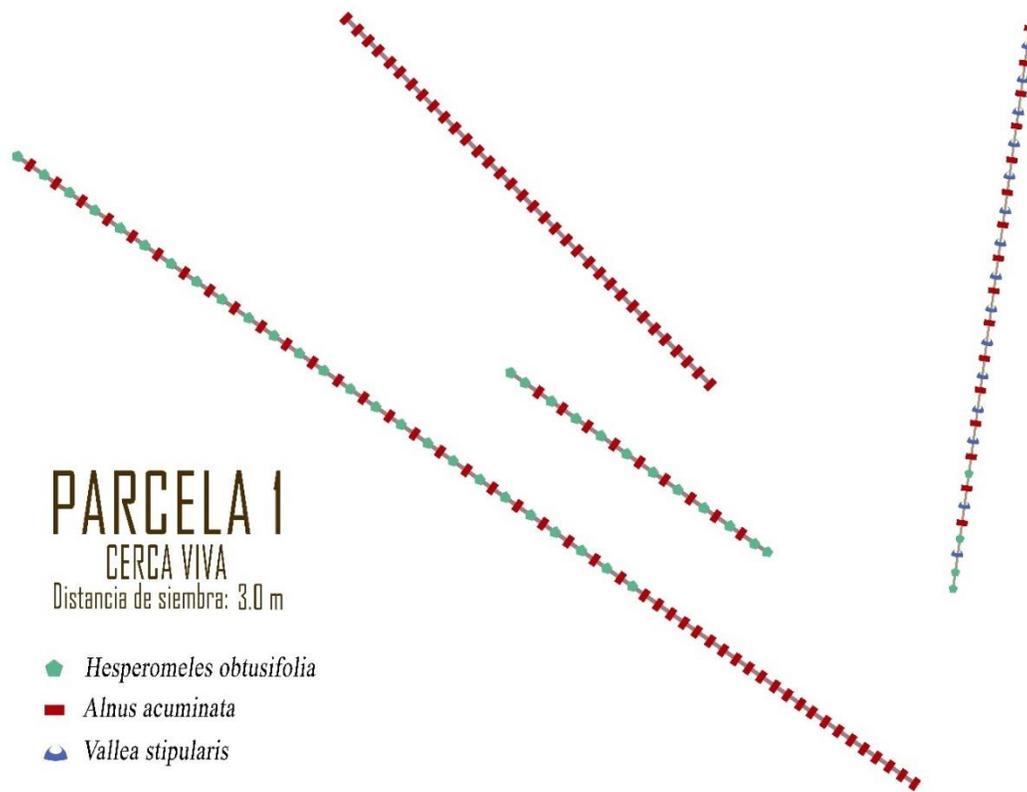
Ubicación parcela 1 cerca viva, predio Los Sitios.



Este diseño cuenta con una distancia de siembra de 3 m (Figura 43), con la presencia de 162 individuos intercalados, de los cuales, 41 son *Hesperomeles obtusifolia*, 106 *Alnus acuminata* y 15 *Vallea stipularis*.

Figura 43.

Parcela 1, Cerca viva predio Los Sitios.



5.8.5 Predio Loma Alta

En la primera área de restauración Nacimiento 1, del predio Loma Alta, se realizó el diseño de tres parcelas de siembra, dos circulares y una de tres bolillos, distribuidas como se indican en la Figura 44.

Figura 44.

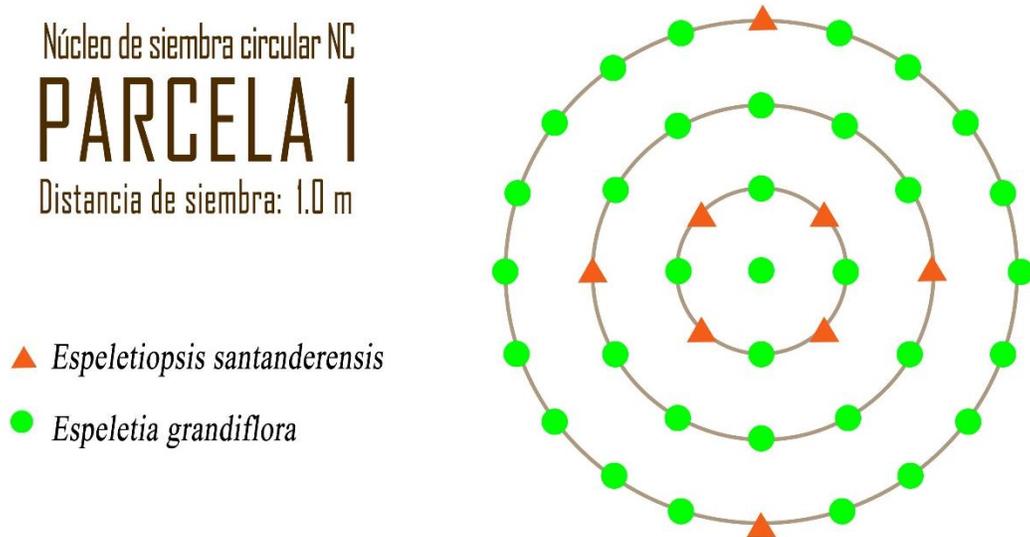
Ubicación parcelas nacimiento 1, predio Loma Alta.



La parcela 1: NC, es un núcleo de siembra circular con tres anillos a una distancia de siembra de 1 m, que está compuesta por 41 individuos (Figura 45), de los cuales, ocho son *Espeletopsis santanderensis* y 33 *Espeletia grandiflora* como especie central del núcleo.

Figura 45.

Parcela 1: NC, Nacimiento1 predio Loma Alta.



La parcela 2: NC, es un núcleo de siembra circular con tres anillos a una distancia de siembra de 1 m, que está compuesta por 41 individuos (Figura 46), de los cuales, seis son *Espeletia santanderensis*, 18 *Espeletia grandiflora*, 10 *Gynoxys fuliginosa* y siete *Lupinus bogotensis*, como especie central del núcleo.

Figura 46.

Parcela 2: NC, Nacimiento1 predio Loma Alta.



La parcela 3: TB, se realizó a tres bolillos con una distancia de siembra de 1 m, está compuesta por 11 individuos (Figura 47), de los cuales, tres son *Puya goudotiana*, 1 *Gynoxys fuliginosa*, seis *Espeletia grandiflora* y 1 *Lupinus bogotensis*.

Figura 47.

Parcela 3: TB, Nacimiento 1 predio Loma Alta.



En la segunda área de restauración Nacimiento 2, del predio Loma Alta, se realizó el diseño de tres parcelas de siembra, dos circulares y una de tres bolillos, distribuidas como se indican en la Figura 48.

Figura 48.

Ubicación parcelas nacimiento 2, predio Loma Alta.



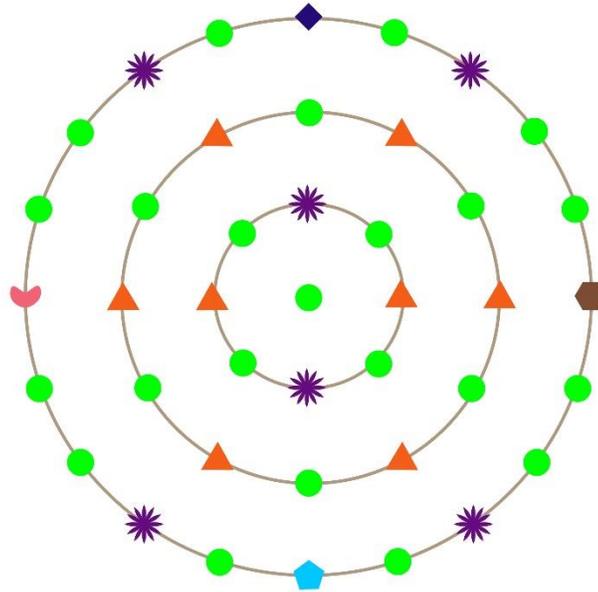
La parcela 1: NC, es un núcleo de siembra circular con tres anillos a una distancia de siembra de 1,5 m, que está compuesta por 41 individuos (Figura 49), de los cuales, ocho son *Espeletiopsis santanderensis*, 23 *Espeletia grandiflora* como especie central del núcleo, un *Gynoxys fuliginosa*, seis *Lupinus bogotensis*, un *Berberis goudotii*, un *Diplostegium rosmarinifolium* y un *Cortaderia* sp.

Figura 49.

Parcela 1: NC, Nacimiento2 predio Loma Alta.

Núcleo de siembra circular NC
PARCELA 1
 Distancia de siembra: 1.5 m

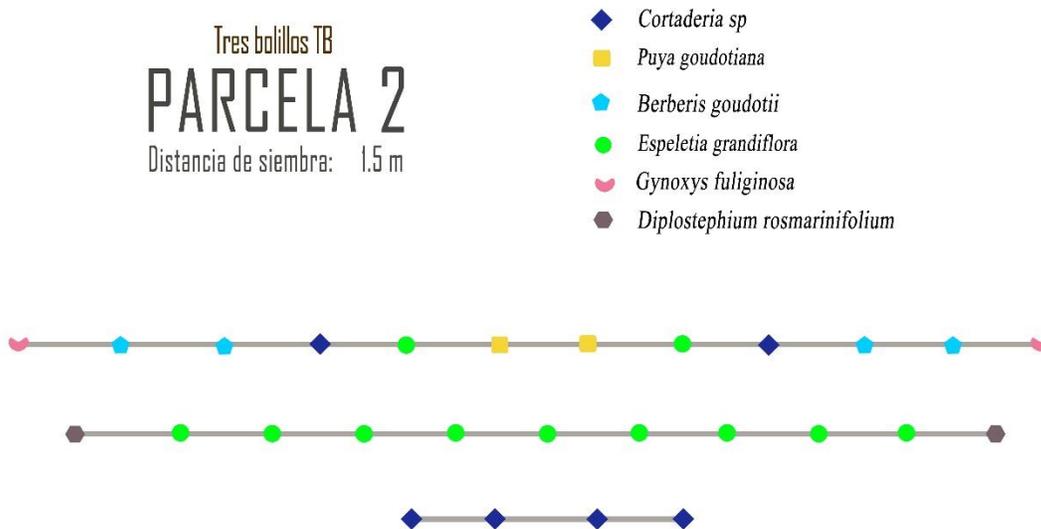
- ▲ *Espeletiopsis santanderensis*
- *Espeletia grandiflora*
- ✱ *Lupinus bogotensis*
- ♥ *Gynoxys fuliginosa*
- ◆ *Berberis goudotii*
- ◆ *Diplostephium rosmarinifolium*
- ◆ *Cortaderia sp*



La parcela 2; TB, se realizó el diseño a tres bolillos con una distancia de siembra de 1,5 m, y está compuesta por 27 individuos (Figura 50), de los cuales, dos son *Puya goudotiana*, dos *Gynoxys fuliginosa*, dos *Diplostephium rosmarinifolium*, seis *Cortaderia sp.* cuatro *Berberis goudotii* y 11 *Espeletia grandiflora*.

Figura 50.

Parcela 2: TB, Nacimiento2 predio Loma Alta.



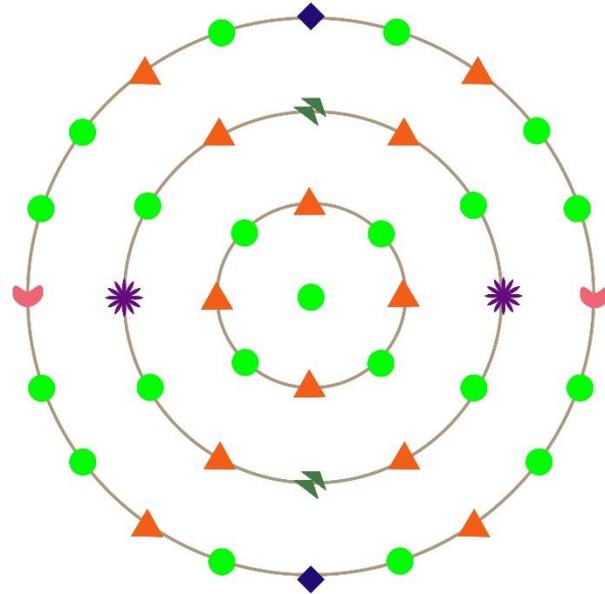
La parcela 3: NC, es un núcleo de siembra circular con tres anillos a una distancia de siembra de 1,5 m, que está compuesta por 41 individuos (Figura 51), de los cuales, 12 son *Espeletiopsis santanderensis*, 21 *Espeletia grandiflora* como especie central del núcleo, dos *Gynoxys fuliginosa*, dos *Lupinus bogotensis* y dos *Cortaderia sp*.

Figura 51.

Parcela 3: NC, Nacimiento2 predio Loma Alta.

Núcleo de siembra circular NC
PARCELA 3
 Distancia de siembra: 1.5 m

- *Monnina salicifolia*
- ▲ *Espeletiopsis santanderensis*
- *Espeletia grandiflora*
- ✱ *Lupinus bogotensis*
- ♥ *Gynoxys fuliginosa*
- ◆ *Cortaderia sp*



5.9 Siembra

En el proyecto se plantaron en total 910 individuos de 13 especies diferentes. La plantación estuvo sujeta a las distancias establecidas en los diseños de cada predio y a los cambios en el terreno por presencia de rocas, drenajes o encharcamiento. Con la participación de la comunidad, se realizó la respectiva medición para las instalaciones de las parcelas (núcleos circulares y tres bolillos) y posteriormente el ahoyado tratando de descompactar bien la tierra, para que las plántulas tengan una mejor aireación y adaptación de la raíz, con 30 cm de ancho * 30 cm de largo y 20 cm de profundidad que es la altura de las bolsas.

En el predio El Salto, se sembraron 481 individuos con 7 especies diferentes y se llevó a cabo en dos secciones, la primera siembra para la Laguna 1 (Figura 52), los días 25 y 26 de

noviembre de 2019, con los 6 primeros diseños de siembra (NC:1,2,3,4 y TB:1,2), para un total de 353 individuos.

Figura 52.

Primera siembra predio El Salto.



La segunda sección se realizó el día 14 de julio de 2020, dando como resultado una siembra de 128 individuos, con los diseños que hacían falta (NC: 5 y TB: 3) en la Laguna 1, con un total de 101 individuos y la siembra para la Laguna 2, con un total de 27 individuos, como se muestra en la Figura 53.

Figura 53.

Segunda siembra predio El Salto.



En el predio Los Sitios, se sembraron 227 individuos de seis especies diferentes, los días 10 y 11 de Julio de 2020, como se muestra a continuación en la Figura 54.

Figura 54.

Siembra predio Los Sitios.



La siembra en el predio Loma Alta, se realizó el día 11 de Julio de 2020 (Figura 55), donde se sembraron 202 individuos de nueve especies diferentes.

Figura 55.*Siembra predio Loma Alta.*

5.10 Control y seguimiento

El control y seguimiento de las parcelas se deja a cargo de la comunidad, pues de ellos dependerá el éxito de la restauración, se les recomendó estar pendientes del riego en las épocas de sequía, aplicar abono orgánico (estiércol de oveja) a los seis meses de siembra para mejorar su crecimiento, controlar las malezas para que su rendimiento sea más eficaz y mantener el buen estado de las cercas para impedir el paso de animales que coloque en riesgo la supervivencia de las plántulas.

Se realizó seguimiento a las primeras parcelas del predio El Salto (Laguna 1, NC:1,2,3,4 y TB:1,2), a las cuales, se les había aplicado Hidrogel para ayudarle a las plántulas en sus primeros meses a conservar la humedad y asegurar una mejor adaptabilidad, ya que, para finales de diciembre y principios de enero, se presentan heladas. Hasta el mes de Julio de 2020, las plántulas

en su mayoría no se vieron afectadas y se encontraban en buen estado fitosanitario, presentando buen desarrollo y crecimiento en altura (Figura 56).

Figura 56.

Seguimiento parcelas El Salto.



5.11 Talleres de capacitación

Todo el proyecto de restauración ecológica participativa se desarrolló paralelamente con cinco talleres de capacitación para los integrantes de la Asociación Campesina Coexistiendo con el Cóndor-ACAMCO, entre los temas de los talleres estuvo el trabajo a realizar, labores relacionadas con el vivero y la siembra. Los integrantes de la asociación vincularon sus familias, con asistencia de 10 a 15 personas integrando niños y adultos. Del mismo modo, se hizo acompañamiento en talleres de sensibilización con los funcionarios de la Fundación Parque Jaime Duque en las escuelas del sector (Figura 60), todo esto con el fin de intercambiar conocimientos y experiencias para un buen desarrollo del proyecto, haciendo que este proceso sea agradable y fácil de llevar a cabo con la integración de todos.

Figura 57.

Talleres de capacitación y sensibilización ambiental.



En el primer encuentro que se dio con la comunidad, se notó el interés y las ganas de participar activamente en la ejecución del proyecto, el cual se dio a conocer en la reunión inicial el día 10 de febrero de 2019. En ese momento, se trataron y explicaron las etapas del proceso y la acción que tendrían en cada una de ellas, estableciendo como primera medida la instalación de los viveros.

En los siguientes encuentros que se realizaron a lo largo del año, iniciando en el mes de marzo de 2019 y finalizando el mes de julio de 2020, se tuvieron en cuenta temas de capacitación e intercambio de ideas en la práctica de la instalación y manejo de los viveros, además del cumplimiento de tareas como: la preparación del sustrato, el correcto llenado de las bolsas, la identificación de las especies en los recorridos de la caracterización para la correcta selección de las especies a propagar, así como los métodos y parámetros que se deben tener en la recolección

de semillas y rescate de plántulas para la adecuada siembra de las mismas. También se expuso el manejo y cuidado de las especies en el vivero para las actividades de riego y control de malezas. Por último, se llevó a cabo la capacitación del proceso de siembra, en la que se mostró y explicó el procedimiento para la instalación de las parcelas tanto de núcleos circulares como de tres bolillos, así como las labores para el ahoyado y la correcta siembra de las especies y el manejo y cuidado a tener en las parcelas, para que el proceso de restauración tenga éxito total. Con las escuelas, el proceso de sensibilización se llevó a cabo una salida práctica al sector Mortiño, el día 14 de junio de 2019, donde se explicó a los niños y jóvenes todo el proceso a realizar y la importancia de su ejecución, además del cuidado y protección del ecosistema y especies como el cóndor de los Andes.

6. Discusión

La restauración ecológica participativa, implica una serie de procesos que buscan imitar y recuperar el ecosistema, donde la vinculación permanente de la comunidad es un factor importante a tener en cuenta para alcanzar un desarrollo sostenible y por ende un buen manejo del páramo (Duarte, 2017). Esto se logra mediante estrategias basadas como primera medida, en la selección de especies presentes en el ecosistema de referencia (SER, 2004).

Por tal motivo, para conocer la diversidad del lugar como lo indica Rojas et al. (2014), se llevan a cabo los recorridos para la identificación y caracterización florística, que permiten el registro y la forma de distribución de las especies en el territorio. En el páramo son pocos los géneros endémicos, pero en cuanto a especies, el endemismo es alto; se hallan aproximadamente

124 familias, 640 géneros y unas 4700 especies, siendo la familia Asteraceae la más representativa, con 100 géneros entre los que se destacan por su endemismo el *Espeletia*, *Espeletiopsis*, *Puya* y *Diplostephium*. En las parcelas realizadas en el área de estudio, se corroboró la información anterior ya que la familia Asteraceae es la que tiene mayor representación con 10 especies diferentes, con formas de crecimiento en rosetas caulescentes, hierbas y arbustos.

La abundancia de la familia Asteraceae radica, en su alta capacidad de dispersión de sus semillas, algunas de forma anemócora o barócoras, que se encuentran protegidas por las cabezuelas de las flores o por pelos y filamentos que les permite protegerse de depredadores, además de que poseen una alta capacidad reproductiva y germinativa (Villaseñor, 2018). Así mismo, son plantas que se caracterizan por sus estrategias de adaptación a las extremas condiciones climáticas, asociando los cambios de temperatura, radiación solar, disponibilidad de nutrientes y de materia orgánica en el suelo, con las diferentes formas de crecimiento típicas de este ecosistema (Cabrera & Ramírez, 2014). Es por esto que muchas especies de arbustos tienen hojas pequeñas duras y resistentes, y otras especies como los frailejones mantienen las hojas muertas en su tallo para protegerse del congelamiento, además que poseen hojas suculentas y con pubescencia lo que les permite conservar el calor y retener la humedad (Llambí, 2012).

Sin embargo, los predios presentan una baja diversidad de especies de acuerdo al índice de Shannon para Loma Alta y El Salto, a pesar de que este último tiene vegetación de bosque altoandino y vegetación propia de páramo como frailejonal y pajonal, mientras que el predio Los Sitios, presenta una alta diversidad de especies con presencia de relictos de bosques con árboles y arbustos nativos. Esto puede ser causado por factores como la variación altitudinal en la que predominan bosques en el subpáramo, frailejones, puyas, chuscales y pajonales en la zona de páramo propiamente dicho, factor que explica Rojas et al. (2014) y que complementa Hofstede et

al. (2014) reportando que la mayor diversidad es la que se encuentra entre los 3000 y 3400 m s. n. m. Además, Hofstede et al. (2014), estableció que la diversidad de las especies disminuye mientras la altitud aumenta. Otro factor que determina la diversidad de las plantas es la pendiente, ya que no todas las especies son capaces de adaptarse o permanecer en pendiente altas donde ya no existe suelo. Es el caso del predio El Salto y Loma Alta, donde la pendiente con tendencia escarpada ocupa aproximadamente un 60 y 37%, respectivamente (Apéndice G), confirmando lo expuesto por (Torres, 2014). Combinado a ese factor, están los vientos que controlan la humedad de los suelos y la presencia de heladas, que tienden a ser más fuertes a mayor altitud (Hofstede et al., 2014).

Por otra parte, la presión antrópica también ha generado impactos sobre este ecosistema, provocando la disminución de especies tanto de flora como de fauna, al igual que sus servicios ecosistémicos, posiblemente por la implementación de actividades productivas como ganadería, agricultura y minería, hechos que fueron aumentando desde la época de la colonia afectando la funcionalidad de los páramos y sus aspectos socioculturales (Hofstede et al., 2014). Pero todos estos procesos de degradación se hicieron más intensos en la época moderna, junto a los cambios climáticos que han provocado una mayor presión al ecosistema, el uso de fertilizantes y productos químicos en los cultivos, así como la siembra de especies exóticas y cultivos ilícitos, expandiendo cada vez más la frontera agrícola (Baca, 2014).

Muchos de estos procesos se ven reflejados en el análisis multitemporal realizado para los predios, en donde las zonas de bosques y vegetación de páramo han disminuido, siendo reemplazadas por coberturas especialmente de pastos y cultivos como principales actividades productivas de la zona (Cabrera & Ramírez, 2014), ocasionando que con el paso del tiempo las zonas de suelo desnudo aumenten cada vez más, debido a la compactación provocada por el pisoteo

del ganado, generando cambios en el suelo relacionados con la capacidad de infiltración y la formación de zonas inundables por la alta escorrentía superficial y erosión (Hofstede et al., 2014). Esto favorece la instalación y dominancia de especies rasantes, que prefieren este tipo de ecosistema con alto grado de alteración (Gaviria, 1997), ya sean nativas como *Lachemilla orbiculata* o exóticas como *Rumex acetosella* de comportamiento invasor, que forman tapetes o cojines que impiden el establecimiento y la germinación de semillas, así como la permanencia de especies nativas (Cabrera & Ramírez, 2014). De igual forma, la instalación de cultivos que causa progresivamente la pérdida de nutrientes del sustrato y la retención de agua llevando a la sequedad y aridez en el suelo, impidiendo el crecimiento de plantas (Hofstede et al., 2014), y afectando la provisión de servicios ecosistémicos como producción del agua (Rojas, 2013).

El grado de degradación en cada uno de los predios, se consiguió por medio de los nueve indicadores que se establecieron para la ejecución de la matriz de degradación, en la que se tuvieron en cuenta indicadores biofísicos y socioeconómicos, adaptado del estudio de (Torres, 2014). Se evidenció, que es posible calcular el valor de degradación del páramo a través de indicadores cuantitativos y cualitativos, obteniendo como resultado un valor global ponderado que representa la situación de degradación de cada predio, ya que en ellos predominan los cambios en la cobertura vegetal por indicadores relacionados con la forma de producción y las iniciativas de conservación.

Como consecuencia de esto y confirmando lo anteriormente dicho, se presentan pocos relictos de bosque y vegetación de páramo, por lo tanto, los ecosistemas de referencia que se establecieron fueron los mismos lugares donde se realizó la caracterización florística, ya que son las zonas más conservadas en cada predio o en un sitio aledaño, donde se reconoció que las áreas degradadas principalmente por procesos ganaderos presenta pérdida de especies vegetales, con una

dominante matriz de pastos y la presencia de especies como *Lachemilla orbiculata*, que si son resistentes al pisoteo del ganado. Este resultado concuerda con lo reportado por Armero (2019).

Con base en lo anterior, y de acuerdo con las necesidades de los propietarios y su interés por generar un cambio positivo en su calidad de vida, han decidido implementar prácticas de manejo sostenible y conservación como la restauración activa y pasiva en zonas destinadas a la protección del páramo, instalación de huertas caseras para obtener más variedad de productos para el autoconsumo, el manejo del ganado con sistemas semiestabulados y la delimitación de algunos potreros con cercas vivas. Estas estrategias también han sido ejecutadas por más pobladores de alta montaña como lo expone Almeida, (2015), con el fin de disminuir la presión que ejercen las actividades productivas y que son más susceptibles a los cambios climáticos, poniendo en juego el conocimiento de las comunidades y las técnicas innovadoras en función de conocimientos académicos y técnicos.

Teniendo en cuenta esto, se realizó la zonificación de los predios y la elección de los sitios a restaurar, que estuvo sujeta a las zonas transformadas por actividades productivas relacionadas principalmente con el recurso hídrico, en el que se pretende a futuro que se produzcan mayores y mejores beneficios porque son la fuente de abastecimiento para el consumo de sus hogares, familiares y vecinos, hechos que concuerdan con Duarte (2017) y Cabrera y Ramírez (2014), quienes indican que se deben priorizar los sitios identificados por los actores sociales involucrados, teniendo como principal interés las zonas de recarga hídrica, ya que suministran el recurso para el uso doméstico y agropecuario, y son lugares que generan beneficios tanto sociales como ecológicos.

Al tiempo, se adelantó el trabajo y manejo en los viveros como parte fundamental en la restauración, pues garantizan la germinación de especies nativas por medio de técnicas empíricas

y de aprendizaje utilizadas en otras experiencias (Marín & Armero, 2019). En el proyecto se manejaron 13 especies de las cuales, ocho se lograron propagar por semilla en los viveros y cinco especies fueron recolectadas por rescate de plántulas. Toro et al. (2020), en el Parque Nacional Natural Chingaza, manejó 11 especies propagadas por semillas y rescate; y Sanclemente et al. (2017) en el Parque Nacional Natural el Cocuy, han logrado propagar 22 especies por rescate, estacas y semillas. Pero no fue posible establecer una comparación con ellos en cuanto a porcentajes de germinación y mortalidad, ya que no tuvieron en cuenta esta toma de datos o por el contrario no presentan reportes relaciones con este proceso en vivero.

Las labores de germinación de semillas de especies nativas se apoyaron en los estudios pregerminativos realizados por Castañeda et al. (2007), Quiceno & Vásquez (2017) y Vargas & Pérez (2014), en los que se busca de acuerdo a las características de cada semilla, una técnica que permita aumentar la velocidad y el poder de germinación. Así, se obtuvieron porcentajes altos en la germinación de las especies propagadas, y para el método de rescate de plántulas se usó la estrategia descrita por Rojas (2013), como técnica eficiente para superar los problemas con la germinación de especies, ya sea por su lento proceso o por la exposición a condiciones extremas, razón por la cual, es ampliamente utilizado en los procesos de restauración. Las plántulas se extrajeron con el mayor cuidado posible para evitar el daño al sistema radicular, descompactando la tierra que está alrededor del tallo y la raíz (Quiceno & Vásquez, 2017). Además, en estudios como el de Insuasty et al. (2011), se demostró que la reubicación de los frailejones es una buena estrategia para dar origen a focos de regeneración.

Por otra parte, se pudo constatar de acuerdo con lo mencionado por Rojas (2013), que en los meses de diciembre y febrero donde hay presencia de bajas precipitaciones y temperaturas, hay mayor mortalidad de las especies, ocasionado principalmente por el estrés hídrico que presentan.

Hechos que sucedieron en el vivero Mortiño, con la alta mortalidad que se registró de la especie *Lupinus bogotensis*, debido a factores naturales como fuertes vientos y heladas en los meses de diciembre y enero que afectaron directamente a la planta, ya que la estructura del vivero se debilitó. Adicional a esto, se sumaron cuestiones humanas que conllevaron a la negligencia en el cuidado y protección de las especies, por esta razón no fue posible obtener los resultados esperados, ya que esta especie es la que más se propaga por semillas y la que mejor presenta un desarrollo y crecimiento desde su germinación, con bajas tasas de mortalidad y resistencia a las heladas (Armero, 2019), situación que si se pudo corroborar en la siembra de las primeras especies directamente en el terreno, realizada en los días 25 y 26 de noviembre, que mostraron comportamientos contrarios a los del vivero, aprovechando la humedad del sitio para su proceso de adaptación.

La siembra de las especies estuvo ligada al sitio a restaurar y a la disponibilidad de las plántulas en el vivero para cada predio, donde se establecieron unos diseños de siembra en núcleos circulares con alternancia de tres bolillos para lograr una mayor interacción y conectividad entre cada una de las parcelas de siembra, que fue utilizado también por Armero (2019) y por Sanclemente et al. (2017), con excelentes resultados en las zonas degradadas por procesos agrícolas y ganaderos.

Estos núcleos de siembra se están utilizando ampliamente en restauración ecológica, en primer lugar, porque donde se establecen se forman y aprovechan condiciones ambientales a través de la siembra de especies niñeras, que son principalmente especies de rápido crecimiento, las cuales brindan protección a las otras especies de desarrollo lento, para favorecer su crecimiento, adaptación y regeneración (Tres & Reis, 2007). En segundo lugar, porque en ellos se desencadena un crecimiento de forma radial que establece una conexión más rápida con otros relictos de

vegetación dando paso a la conformación de corredores biológicos y la colonización de nuevas especies (Sanclemente et al., 2017).

Los diseños de las parcelas de siembra de los predios El Salto y Loma Alta, tienen la interacción de especies en rosetas, hierbas y arbustos para establecer una mayor diversidad, utilizando como especie niñera en su mayoría, al *L. bogotensis* fijadora de nitrógeno, que favorece la adaptación y supervivencia de especies como *E. grandiflora* (Insuasty et al., 2011). Lo anterior, se logró constatar en las parcelas del predio El Salto, a las cuales se alcanzó a realizar un seguimiento que dio como resultado una buena adaptabilidad y estado fitosanitario de las plántulas con la interacción de estas especies, presentando buen desarrollo y crecimiento en altura, sin una pérdida representativa de individuos.

Para ampliar la diversidad de especies tanto de árboles, como de arbustos, en el predio Los Sitios se establecieron cercas vivas con plantas nativas, proceso muy similar al presentado por Armero (2019), en la que se busca contribuir a la conservación del predio vinculando los procesos productivos sostenibles que son el sustento económico para su familia, con los procesos ecológicos que esta ofrece, sacando el máximo provecho a la pequeña área de la finca y a la ubicación altitudinal donde está ubicada. En este caso, se utilizó principalmente la especie *Alnus acuminata*, al igual que Galindo & Avella (2020), en el complejo de páramo Las Herosas, quienes afirman que la utilización de esta especie brinda ventajas multipropósito en sistemas silvopastoriles, además de la delimitación de predios, el enriquecimiento de las zonas de recarga hídrica, control de erosión y la recuperación del suelo.

Todo el proceso de restauración ecológica participativa en estos tres predios no hubiese sido posible sin la interacción de conocimientos y la vinculación activa de la comunidad que se involucró desde un principio con la plena convicción de que con este proyecto se contribuirá al

mejoramiento de su calidad de vida. Siempre recordando que en estos procesos se debe incluir un componente ecológico y un componente social, para generar herramientas y estrategias que beneficien a ambas partes, y de esta forma no correr riesgos en la continuidad de este proceso (Duarte, 2017). Es importante incorporar a niños y adultos para ampliar y mantener los conocimientos y experiencias que permitan identificar los logros obtenidos o por el contrario corregir los errores cometidos (Armero, 2019).

Se logró, al igual que en el Resguardo Indígena de Chiles, un enfoque tanto en el manejo del páramo y el bosque altoandino, como en la sensibilización e importancia del ecosistema aportando a la recuperación de este lugar sagrado (Cabrera & Ramírez, 2014). Al igual que en el páramo de Guerrero y Rabanal donde se analizó la parte sociocultural, productiva y ecosistémica, y se obtuvo información sobre su cultura y sistemas productivos, así como de su paisaje y diversidad (Rojas et al., 2014).

7. Conclusiones

La caracterización florística mostró la gran diversidad de especies que presentan los predios, con mayor representación en la familia Asteraceae, por su alta capacidad de dispersión de semillas y sus diversas formas de crecimiento en rosetas caulescentes, hierbas y arbustos.

El mejor ecosistema de referencia es el humedal que se encuentra ubicado en el predio El Salto, con presencia de especies de frailejones, arbustos y hierbas que rodean y protegen un cuerpo de agua, además que se encuentra asilado y en estado de conservación.

El nivel de degradación más alto tiene un porcentaje del 76% y corresponde al predio Los Sitios, principalmente por indicadores ecológicos, relacionados con la composición florística, cambios de cobertura vegetal y estado del suelo, además de los indicadores relacionados con las formas de producción.

En los viveros instalados Mortiño y Los Sitios, fue posible propagar ocho especies por semillas y por medio de rescate de plántulas se manejaron cinco especies más, para un total de 13 especies diferentes de plantas nativas disponibles para la restauración ecológica.

En el predio El Salto se sembraron 481 individuos y 202 individuos en el predio Loma Alta, distribuidas con parcelas de núcleos de siembra circular y tres bolillos, y para el predio Los Sitios 227 individuos con la instalación de cercas vivas.

La activa participación de las comunidades en el desarrollo del proyecto fue fundamental, ya que se contribuye tanto en la parte ecosistémica como en la social, ayudando a mejorar su calidad de vida.

8. Recomendaciones

Implementar prácticas de monitoreo en las parcelas de siembra para llevar un control y así determinar a largo plazo el éxito de la restauración.

Establecer cronogramas y turnos de trabajo en los viveros para mantener siempre el control y cuidado de las plántulas para evitar pérdidas de material vegetal.

Continuar con las prácticas de propagación de plantas nativas en los viveros, que permitan tener el material vegetal para restaurar las áreas de interés y en un futuro se puedan implementar

estas labores de trabajo como una estrategia de producción sostenible de la cual se pueden beneficiar.

Referencias bibliográficas

- Aguilar Garavito, M. & Ramírez Hernández, W. (2016). Fundamentos y consideraciones generales sobre restauración ecológica para Colombia. Biodiversidad en la práctica. Documento de trabajo del Instituto Humboldt. Volumen 1, numero 1, 2016. Pp. 147-167.
- Aguirre, N., & Torres, J. (2013). Diseño conceptual y técnico de estrategias para la restauración ecológica del páramo degradado de la Unidad Hidrográfica Jatunhuayco. FONAG (Fondo para la Protección del Agua). Quito, Ecuador.
- Aguirre, N., Torres, J., & Velasco, P. (2013). Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana. Quito, Ecuador: Fondo de protección del agua FONAG.
- Aguirre, N., & Torres, J. (2014). Restauración ecológica de los páramos de Jatunhuaycu: degradación, sistemas de referencia y estrategias de restauración. *Fondo para la Protección del Agua-FONAG. Quito, Ecuador.*
- Almeida, M.A. (2015). Adaptándose en los páramos. Prácticas productivas para la conservación del páramo y la adaptación al cambio climático en sus comunidades. UICN, Quito, Ecuador.
- Aranguren, T., Sánchez, P., & Ramírez, G. (2017). Sistema de información geográfico de alertas tempranas, para la identificación de áreas afectadas de paramos, caso de estudio paramo de almorzadero, Norte de Santander (Tesis de Especialización SIG). Convenio Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C, Colombia.
- Armero Estrada, M. (2019). Diagnóstico e implementación de dos proyectos de Restauración Ecológica a pequeña escala, en el departamento de Nariño.

- Baca, A. E. (2014). Reflexiones sobre los procesos de ocupación humana en los páramos. Situación actual del páramo Volcán Chiles, Colombia.
- Blanco Navea, Y. N. (2015). Identificación y priorización de áreas para restauración ecológica en el distrito de Kosñipata, Provincia de Paucartambo-Cusco (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, K'ayra, Cusco, Perú.
- Cabrera, M. & Ramírez, W. (Eds.). (2014). Restauración ecológica de los páramos de Colombia. Transformación y herramientas para su conservación. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia. 296 pp.
- Capacho Navia, D.I. (2016). La vegetación de los humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia) (Doctoral dissertation, Universitat d'Alacant-Universidad de Alicante).
- Castañeda, S. L., Garzón, A. E., Cantillo, M. Á., Torres, M. P., & Silva, L. J. (2007). Análisis de la respuesta de ocho especies nativas del bosque alto andino ante dos métodos de propagación. *Colombia forestal*, 10(20), 79-90.
- Castillo Figueroa, D., Cely Gómez, M. A., & Sáenz Jiménez, F. (2019). Educación ambiental, actitudes y conocimiento de comunidades rurales sobre el cóndor andino en el páramo el Almorzadero (Santander, Colombia). *Revista Luna Azul* núm. 48, 2019, enero-junio, pp. 70-89. Universidad de Caldas.
- Díaz Vasco, O., Pizano, C., Cerón, J., Calderón, A. M., Velásquez, W. A., Mendoza, H., Contreras, M. P., Madriñán, S., Vargas, O., Posada, M., Baca, A., Idárraga, A. y C. Castellanos. (2018). *La construcción de la Lista Roja de Plantas Endémicas de los Páramos*. En Moreno, L. A., Rueda, C. y Andrade, G. I. (Eds.). 2018. *Biodiversidad 2017. Estado y tendencias de*

la biodiversidad continental de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Duarte Hernández, D. (2017). Análisis socioecológico de la iniciativa de restauración liderada por autoridades ambientales en el distrito regional de manejo integrado Guantiva la Rusia (Santander) (Tesis de maestría). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, D.C.

Fajardo Gutiérrez, F. (2008). Restauración ecológica: una experiencia de capacitación en el páramo de Chiles (No. Doc. 22402) CO-BAC, Bogotá). Grupo de Restauración Ecológica del Páramo de Chiles.

Galindo, W. F., & Avella, C. (2020). Memorias del Intercambio de Experiencias de Reconversión Ganadera en el contexto de la alta montaña, en el Complejo de Páramos Las Hermosas.

Garavito, L. N. (2015). Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo. *Ingeniare, Universidad Libre-Barranquilla* (19), 127–136 PP.

Gaviria, J. (1997). Sinopsis del género *Lachemilla* (Focke) Rydberg (Rosaceae) para Venezuela. *Plantula*, 1(3), 189-212.

Hofstede, R., Calles, J., Lopez, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., Vasquez, A., & Cerra, M. (2014). Los Paramos Andinos. ¿Que sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo. UICN, Quito, Ecuador.

Instituto Alexander von Humboldt. (IAvH) (2017). Recomendación para la delimitación, por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, del Complejo de Páramos Almorzadero a escala 1:25.000. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Fondo Adaptación.

Insuasty-Torres, J., Gómez-Ruíz, P. A., Rojas-Zamora, O., de los Ángeles Cárdenas, C., & Ríos, O. V. (2011). 43. Estrategias para la restauración ecológica de los páramos en áreas afectadas

por pastoreo (Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia). In Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y (p. 507).

Llambí, L., Soto, A., Célleri, R., De Bievre, B., Ochoa, B., & Borja, P. (2012). Ecología, hidrología y suelos de páramos. Proyecto Páramo Andino. 283 p.

Marin, C. A., & Armero, M. (2019). Memorias del intercambio entre los pueblos Nasa y Pastos sobre Restauración Ecológica en páramo.

McRoberts, R. E., Tomppo, E. O., & Czaplewski, R. L. (1992). Diseños de muestreo de las evaluaciones forestales nacionales. *Antología de conocimiento para la evaluación de los recursos forestales nacionales. FAO. Roma, Italia.*

Ministerio del Medio Ambiente (MinAmbiente). (2002). Resolución 769 del 5 de agosto de 2002. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos –PNGIBSE. Bogotá D.C: MADS.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS). (2012). Proyecto: Inicio de procesos de restauración, a través de la rehabilitación y recuperación en el Distrito Regional de Manejo Integrado que comprende los páramos de Guantiva y La Rusia, bosques de roble y sus zonas aledañas, en el departamento de Santander –fase 1”. Convenio Interadministrativo No. 90-2012 con coordinación de Doris Duarte Hernández.

Morales, M., Otero, J., Van der Hammen, T., Torres, A., Cadena, C., Pedraza, C., Rodríguez, N., Franco, C., Betancourth, J.C., Olaya, E., Posada, E. & Cárdenas, L. (2007). Atlas de páramos de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. 208 p.

- Moreno, C. E. (2001). Metodos para medir de la diversidad. In *M&T – Manuales y Tesis SEA* (Vol. 84 – 92249). Retrieved from <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>
- Mosquera, H. Q., Ibargüen, R. R., & Palacios, Y. A. R. (2009). Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque pluvial tropical de Chocó (Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 62(1), 4855-4868.
- Pedraza-Peñaloza, P., Betancur, J. & Franco-Rosselli, P. (2004). Chisacá. Un recorrido por los páramos andinos. Instituto de Ciencias Naturas e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 330 pp.
- Peña Castellanos, Y. E. (2019). Estrategias para postular el páramo del almorzadero como eje ecoturístico del municipio del Cerrito Santander.
- Peña Suarez, J. C. (2015). Análisis multitemporal del retroceso glaciar de la Sierra Nevada del Cocuy ubicada en los departamentos de Boyacá y Arauca entre los años 1992, 2003 y 2014. (tesis especialización). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.
- Prado-Urbina, G., Lagunes-Espinoza, L. D. C., García-López, E., Bautista-Muñoz, C. D. C., Camacho-Chiu, W., Mirafuentes, F., & Aguilar-Rincón, V. H. (2015). Germinación de semillas de chiles silvestres en respuesta a tratamientos pre-germinativos. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 2(5), 139-149.
- Quiceno, M. P., & Vásquez, A. (2017). *Viveros: una experiencia comunitaria en el páramo de Rabanal*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rodríguez , N. L. (2014). Los complejos de páramos en colombia: Entre los sistemas productivos y la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos. Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá- Departamento de Geografía.

- Rojas, A., Osejo, A., Duarte, B., Franco, B., & Menjura, T. (2014). Guía de trabajo con comunidades de páramo: Propuesta metodológica de Investigación Acción Participativa (IAP) aplicada con dos comunidades campesinas de los páramos de Guerrero y Rabanal.
- Rojas Hernández, D. L & Duarte Manrique, K. Y. (2020). Efecto del Cambio de Uso del Suelo en la Calidad del Agua en el Páramo del Almorzadero. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.
- Rojas Zamora, Ó. A. (2013). Reubicación de plantas para el enriquecimiento con especies nativas en la restauración ecológica de áreas potrerizadas de páramo (Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia) (tesis de Magíster) (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia). Bogotá, Colombia.
- Sánchez Pulido, H. A., Hernandez Perez, N. J., Gauta, J., Gendler, A., Reyes Camargo, S. J., Gualdron, C.A., & Sánchez, L. R. (2014). Estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales complejo de páramos Almorzadero en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (Corponor). Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación. Convenio de Cooperación No. 14-13-014-080CE Instituto Humboldt – Universidad de Pamplona.
- Sanclemente, X., Uribe B. E., Jarro, E., Villamizar, D. F., Eraso, P. O., Galán, S. F., Chisacá, H. L. (2017). Cartilla experiencias de Restauración ecológica participativa Parque Nacional Natural el Cocuy. Convenio de colaboración DHS 5212080 entre Ecopetrol S.A, Patrimonio Natural Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas, bajo la orientación técnica de Parques Nacionales Naturales. Bogota D.C.
https://issuu.com/jorgepat/docs/cartilla_experiencias_pnn_cocuy_v2.

- Sarmiento, C., Cadena, C., Sarmiento, M., Zapata, J., & León, O. (2013). Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: Actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.
- Serrano, C., Páez, A., & Kolter, L. (2008). Situación de los páramos en Colombia frente a la actividad antrópica y el cambio climático. Informe preventivo. Procuraduría delegada para asuntos ambientales y agrarios. Procuraduría General de la Nación. Bogotá DC.
- Sesquilé Escobar, E. (2017). Análisis de revisión bibliográfica de proyectos de restauración ecológica activa y planes de monitoreo y seguimiento en áreas afectadas por incendios y ganadería extensiva en el PNN los Nevados 2006 – 2013 = Analysis of bibliographical review of ecological restoration actions and monitoring plans in the PNN Los Nevados 2006 – 2013. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Society for Ecological Restoration (SER). (2004). Science & Policy Working Group. The SER International Primer on Ecological Restoration. <http://www.ser.org> & Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Toro, Y. A., Valenzuela, L., Salcedo-Pato, M., Caro, L. M. (2020). Restauración en páramos: una experiencia en la Cordillera Central de Colombia. ISBN: 978-958-5461-72-7. Documento realizado en el marco del proyecto “Páramos: Biodiversidad y Recursos Hídricos en los Andes de Norte” financiado por la Unión Europea y coordinado por el Instituto Humboldt.
- Torres Celi, J.I. (2014). Diseño de un modelo de restauración ecológica aplicable a los ecosistemas de páramos degradados en el Ecuador (Bachelor's thesis, Loja: Universidad Nacional de Loja).

- Tres, D. R., & Reis, A. (2007). La nucleación como propuesta para la restauración de la conectividad del paisaje. *II Seminario Internacional de Restauración Ecológica. Santa Clara: Grupo Cubano de Restauración Ecológica*, 32-42.
- Vargas, O. (2002). Disturbios, patrones sucesionales y grupos funcionales de especies en la interpretación de matrices de paisaje en los páramos.
- Vargas, O. (2007). Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Departamento de Biología. Grupo de restauración ecológica.
- Vargas, O., Díaz, J. E., Reyes, S. P., & Gómez, P. A. (2012). Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia. Bogotá: Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Grupo de Restauración Ecológica-Universidad Nacional de Colombia.
- Vargas, O. & Pérez-Martínez, L. V. (2014). (Eds.). Semillas de plantas de páramo: ecología y métodos de germinación aplicados a la restauración ecológica. Grupo de Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. ... p.
- Vásquez, A. & Buitrago, A. C. (Editoras). (2011). El gran libro de los páramos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Proyecto Páramo Andino. Bogotá, D. C. Colombia. 208 pp.
- Vidal Marco, O., & Carbo Gómez, A. (s.f). *Marqueo de plantaciones* (No. CIDAB-: S253-H6-21/78). España. Ministerio de Agricultura.
- Villaseñor, J. L. (2018). Diversidad y distribución de la familia Asteraceae en México. *Botanical Sciences*, 96(2), 332-358.

Apéndice B. Entrevista semiestructurada proceso histórico

	<p align="center"> RECONVERSIÓN DEL SISTEMA GANADERO OVINO EXTENSIVO A UN SISTEMA DE SEMI-ESTABULACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DEL CONFLICTO ENTRE EL HOMBRE Y EL CÓNDOR DE LOS ANDES. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA UIS MÁLAGA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PROCESO HISTORICO </p>	
<p>Finca: Nombre del entrevistado: Edad:</p>		
<p align="center">1. ¿Cómo era el páramo? ¿En qué época?</p>		
<p> </p>		
<p align="center">2. ¿Cómo es ahora el páramo?</p>		
<p> </p>		
<p align="center">3. ¿Por qué se dieron estos cambios?</p>		
<p> </p>		
<p align="center">4. ¿En qué épocas aumentaron las actividades productivas?</p>		
<p> </p>		
<p align="center">5. ¿Qué cultivos o animales utilizaban?</p>		
<p> </p>		
<p align="center">6. ¿Qué cultivos o animales utilizan?</p>		
<p> </p>		
<p align="center">7. ¿Cuál es el uso actual que tiene el páramo y por qué?</p>		

8. ¿Qué especies de flora han desaparecido?
9. ¿Qué especies de fauna han desaparecido?
10. ¿Qué ha pasado con el recurso hídrico?
11. ¿Existen zonas de la finca en buen estado (conservado)? ¿Cuáles?
12. ¿Cuáles son las zonas más degradadas de su finca?

Apéndice C. Tabla de indicadores para la medición de degradación.

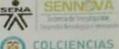
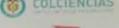
Indicador	Verificador	Escala de medición	Nivel de degradación	
Cambios en la extensión de la cobertura natural del páramo	Cambio de superficie natural de páramo en un periodo no menor a 10 años	80,1-100%	Muy alto	4
		60,1-80%	Alto	3
		40,1-60%	Medio	2
		20,1-40%	Bajo	1
		0-20%	Muy bajo o nulo	0
Fragmentación del páramo	Número de parches	más de 81	Muy alto	4
		61-80	Alto	3
		41-60	Medio	2
		21-40	Bajo	1
		0-20 parches de páramo	Muy bajo o nulo	0
Composición florística del páramo	% de cobertura de plantas vasculares	0-20%	Muy alto	4
		20,1-40%	Alto	3
		40,1-60%	Medio	2
		60,1-80%	Bajo	1
		80,1-100%	Muy bajo o nulo	0
Poblaciones de especies sucesionales, tempranas y tardías	% de cobertura de especies que prefieren páramo degradado (presencia de <i>Lachemilla orbiculata</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Rumex acetosella</i> , entre otras)	80,1-100%	Muy alto	4
		60,1-80%	Alto	3
		40,1-60%	Medio	2
		20,1-40%	Bajo	1
		0-20%	Muy bajo o nulo	0
Estado del suelo	% de suelo desnudo	80,1-100%	Muy alto	4
		60,1-80%	Alto	3
		40,1-60%	Medio	2
		20,1-40%	Bajo	1
		0-20%	Muy bajo o nulo	0
	Grado de pendiente	Fuertemente escarpada	Muy alto	4
		Moderadamente escarpada	Alto	3
		Ligeramente escarpada	Medio	2

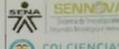
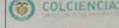
		Moderada a fuertemente inclinada	Bajo	1
		Ligeramente inclinada	Muy bajo o nulo	0
Amenazas	Número de amenazas observadas	más de 12	Muy alto	4
		9-11	Alto	3
		6-8	Medio	2
		3-5	Bajo	1
		0-2	Muy bajo o nulo	0
	Dimensión espacial	80,1-100%	Muy alto	4
		60,1-80%	Alto	3
		40,1-60%	Medio	2
		20,1-40%	Bajo	1
		0-20%	Muy bajo o nulo	0
	Temporalidad	Continuo	Muy alto	4
		Solo en el futuro (puede ocurrir en el corto plazo -1 a 5 años -) o actualmente suspendido (puede retornar en el corto plazo)	Alto	3
		Solo en el futuro (puede ocurrir en el mediano plazo -hasta 10 años -) o actualmente suspendido (puede retornar en el mediano plazo)	Medio	2
		Solo en el futuro (puede ocurrir en el largo plazo -hasta 20 años -) o actualmente suspendido (puede retornar en el largo plazo)	Bajo	1
Solo en el pasado e improbable que retorne, o sin efecto directo		Muy bajo o nulo	0	
Forma de producción	Sistemas tradicionales extensivos	Hay producción extensiva decultivos y/o ganado (vacuno y caballar) con prácticas como la labranza cero, quema del pajonal natural e introducción de pastos exóticos. El sistema de producción extensivo cubre más del 61 % del total del territorio del páramo y se desarrolla en pendientes entre 6 y más de 30° (de inclinado a moderadamente escarpada); además, se distribuyen en la zona alta, media y baja del área de intervención	Alto	3

		Hay producción extensiva de cultivos y/o ganado (vacuno y caballar) con prácticas como la quema del pajonal. El sistema de producción extensivo cubre entre el 31 y 60 % del total del territorio del páramo y se desarrolla en pendientes entre 6 y 15° (de inclinada a fuertemente inclinada); además, se distribuyen en la zona alta y media del área de intervención	Medio	2
		Hay producción extensiva solamente de cultivos con prácticas como la quema del pajonal. El sistema de producción extensivo cubre hasta el 30 % del total del territorio del páramo y se desarrolla en pendientes entre 6 y 10° (inclinada).	Bajo	1
		No hay producción extensiva en el 100 % del territorio del páramo	Muy bajo o nulo	0
	Sistemas intensivos	Hay producción intensiva de cultivos y/o ganado (vacuno y caballar) con prácticas como la labranza mecanizada (uso de tractor), uso de insumos externos al o los predios, quema del pajonal e introducción de pastos exóticos. El sistema de producción intensivo cubre más del 41 % del total del territorio y se desarrolla en pendientes entre 6 y más de 30° (de inclinado a moderadamente escarpada); además se distribuye en la zona alta, media y baja del área de intervención.	Alto	3
		Hay producción intensiva de cultivos y/o ganado (vacuno y caballar) con prácticas como la labranza convencional o mecanizada (uso de tractor), uso de insumos externos al o los predios. El sistema de producción intensivo cubre entre el 21 y 40 % del total del territorio y se desarrolla en pendientes entre 6 y más de 15° (de inclinada a fuertemente inclinada); y se distribuye en la zona alta y media del área de intervención.	Medio	2
		Hay producción intensiva solamente de cultivos con labranza tradicional. El sistema de producción intensivo cubre hasta el 20 % del total del territorio del páramo y se desarrolla en pendientes entre 6 y 10° (inclinada).	Bajo	1
		No hay producción intensiva en el 100 % del territorio del páramo	Muy bajo o nulo	0
	Manejo de páramo (las comunidades se desarrollan a través de medios de vida sostenibles)	Ineficiente (no hay áreas de páramo que sean manejadas; y si las hay, estas representan el 20 % del total del territorio; no hay planes de manejo).	Alto	3
Regular (las áreas de páramo que están bajo manejo, representan entre el 21 % y 40 % del total del territorio; si hay planes de manejo; la comunidad trabaja conjuntamente con una institución local, gubernamental o no gubernamental).		Medio	2	

Número de iniciativas para conservar el páramo		Adecuado (las áreas de páramo que están bajo manejo, representan más del 41 % del total del territorio; si hay planes de manejo donde se incluye el ordenamiento territorial; la comunidadtrabaja conjuntamente con una institución local, gubernamental o no gubernamental o la comunidadse ha empoderado de las actividades de manejo).	Bajo	1
	Conservación estricta (dentro de las áreas de páramo no se realiza ninguna actividad productiva ni extractivista)	Ineficiente (no hay áreas de páramo bajo conservación; y si las hay, estas ocupan el 30 % del total del territorio; no tienen planes de manejo y sesiguen realizando actividades productivas y/o extractivistas dentro del área; y, no hay instituciones locales, gubernamentales o no gubernamentales que se estén ocupando de esta área)	Alto	3
		Regular (el área de páramo bajo conservación representa entre el 31 % y 60 % del total del territorio y son áreas prioritarias localmente y/o para otros sectores; si tienen planes de manejo y las actividades productivas y/o extractivistas se han reducido en un 40 %; y, hay por lo menos una institución local, gubernamental o no gubernamental que se estén ocupando de esta área).	Medio	2
		Adecuado (el área de páramo bajo conservación representa es mayor al 61 % del total del territorio y son áreas prioritarias para la localidad y/o para otros sectores; si tienen planes de manejo y las actividades productivas y/o extractivistas se han reducido en más del 41 %; y, hay por lo menos una institución local, gubernamental o no gubernamental que se estén ocupando de esta área).	Bajo	1
Acuerdos sociales y/o legales de conservación	Existencia y nivel de cumplimiento de los acuerdos sociales y/o legales de conservación	Ineficiente (no hay acuerdos sociales y/o legales; si los hay, estos se han implementado en menos de un 10 %).	Alto	3
		Regular (hay acuerdos sociales y/o legales, y estos se han implementado entre 11 % a 50%)	Medio	2
		Adecuado (hay acuerdos sociales y/o legales, y estos se han implementado en más del 50 %. También, si no se considerar que los acuerdos sociales y/o legales han tenido influencia alguna en el proceso de degradación del páramo)	Bajo	1

Apéndice D. Entrevistas a los propietarios y habitantes de los predios.

ANEXO 3	
	RECONVERSIÓN DEL SISTEMA GANADERO OVINO EXTENSIVO A UN SISTEMA DE SEMI-ESTABILIZACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DEL CONFLICTO ENTRE EL HOMBRE Y EL CÓNDOR DE LOS ANDES. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA UIS MÁLAGA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PROCESO HISTÓRICO
Fincas: El Gallo Nombre del entrevistado: Gilberto Conde Edad: 49 años.	  
1. ¿Cómo era el páramo? ¿En qué época?	No ha cambiado mucho en cuanto a vegetación, más fauna silvestre y cambios climáticos.
2. ¿Cómo es ahora el páramo?	Pocas cultivos y ganadería y las zonas de conservación han aumentado.
3. ¿Por qué se dieron estos cambios?	Calentamiento global y la vegetación se ve afectada y se va degradando.
4. ¿En qué épocas aumentaron las actividades productivas?	100 años y como para el 2015 las actividades productivas han disminuido.
5. ¿Qué cultivos o animales utilizaban?	Cultivos de papa y cebolla con pica.
6. ¿Qué cultivos o animales utilizan?	Los mismos cultivos y con bueyes.
7. ¿Cuál es el uso actual que tiene el páramo y por qué?	En su mayoría se encuentra conservado.
8. ¿Qué especies de flora han desaparecido?	La vegetación es más poca pero las mismas especies.
9. ¿Qué especies de fauna han desaparecido?	El fero, tigrillo y el zorro.
10. ¿Qué ha pasado con el recurso hídrico?	a disminuido.
11. ¿Existen zonas de la finca en buen estado (conservado)? ¿Cuáles?	El principal es el Total y los nacimientos.
12. ¿Cuáles son las zonas más degradadas de su finca?	No hay zonas muy afectadas porque no hay muchas actividades.

ANEXO 3	
	RECONVERSIÓN DEL SISTEMA GANADERO OVINO EXTENSIVO A UN SISTEMA DE SEMI-ESTABILIZACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DEL CONFLICTO ENTRE EL HOMBRE Y EL CÓNDOR DE LOS ANDES. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA UIS MÁLAGA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PROCESO HISTÓRICO
Fincas: El Gallo Nombre del entrevistado: Darriis Torres Edad: 42 años.	  
1. ¿Cómo era el páramo? ¿En qué época?	No ha cambiado mucho, más vegetación.
2. ¿Cómo es ahora el páramo?	Hay sectores de conservación y zonas con intervención humana para agricultura y ganadería para su consumo primordialmente.
3. ¿Por qué se dieron estos cambios?	Por el trabajo actual de los habitantes para agricultura y ganadería.
4. ¿En qué épocas aumentaron las actividades productivas?	200 años donde se dio la colonización.
5. ¿Qué cultivos o animales utilizaban?	Cultivos de papa y cebolla con bueyes, asadón y pica.
6. ¿Qué cultivos o animales utilizan?	Las mismas formas de siembra.
7. ¿Cuál es el uso actual que tiene el páramo y por qué?	Sectores de conservación en su mayoría, pero por falta de recursos no está aislado en su totalidad, y con iniciativas y proyectos de ecoturismo.
8. ¿Qué especies de flora han desaparecido?	La misma vegetación, no se ha extinguido ninguna.
9. ¿Qué especies de fauna han desaparecido?	No han desaparecido y al contrario están albergando nuevas especies como el parra.
10. ¿Qué ha pasado con el recurso hídrico?	Ha disminuido y se presenta escasez en las épocas de verano porque hay más captaciones.
11. ¿Existen zonas de la finca en buen estado (conservado)? ¿Cuáles?	El Total y pie de la Molina.
12. ¿Cuáles son las zonas más degradadas de su finca?	Las zonas más afectadas son las cercanas a la casa por el uso de las actividades productivas.

ANEXO 3

	<p>RECONVERSIÓN DEL SISTEMA GANADERO OVINO EXTENSIVO A UN SISTEMA DE SEMI-ESTABILIZACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DEL CONFLICTO ENTRE EL HOMBRE Y EL CÓNDOIR DE LOS ANDES.</p> <p>RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA UIS MALAGA</p> <p>ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PROCESO HISTORICO</p>	
Finca: Los Sitos	Nombre del entrevistado: Ramiro Calderon	Edad:
1. ¿Cómo era el páramo? ¿En qué época?		
En épocas antiguas al páramo era virgen, estaba libre de químicos y no tenía intervención por parte del hombre, se contaba con una mayor cantidad de especies.		
2. ¿Cómo es ahora el páramo?		
Ahora está más poblado por el hombre, hay contaminación de químicos por parte del hombre y algunas especies se han extinguido.		
3. ¿Por qué se dieron estos cambios?		
Porque hay más cantidad de personas viviendo en el páramo que antiguamente, es necesario utilizar la cantidad de químicos y abonos para mantener las cosechas buenas.		
4. ¿En qué épocas aumentaron las actividades productivas?		
Hace un siglo aumentaron las actividades productivas.		
5. ¿Qué cultivos o animales utilizaban?		
Antes solo se sembraba papa, cebada, trigo y animales más utilizados era los vacas, toros, ovejas, conejos y caballos.		
6. ¿Qué cultivos o animales utilizan?		
Ahora los cultivos más comunes son la siembra de papa, ajo, zanahoria y algunos legumbres y los animales usados son los vacas, toros, ovejas, gallinas, gallos y caballos.		

7. ¿Cuál es el uso actual que tiene el páramo y por qué?

Ahora el páramo está siendo protegido y se está empezando a promover el turismo para que las personas de otros lugares tengan mayor conocimiento de nuestro ecosistema.

8. ¿Qué especies de flora han desaparecido?

Algunas clases de frailejones, plantas nativas como el anemó, (tamo real), cardo, tilo, pinuelos y algunas plantas medicinales.

9. ¿Qué especies de fauna han desaparecido?

Han desaparecido ornadillos, tuzos, aradillos, oso de anteojos y venados.

10. ¿Qué ha pasado con el recurso hídrico?

El recurso hídrico ha disminuido a pesar que el páramo del Almorzate es conocido como una cama de agua y se cuenta con el Río Serente como gran fuente hídrica.

11. ¿Existen zonas de la finca en buen estado (conservado)? ¿Cuáles?

Si, existen zonas de conservación protegidas como fuentes hídricas y algunas plantas nativas como el frailejón blanco entre otras.

12. ¿Cuáles son las zonas más degradadas de su finca?

Las zonas más degradadas son las que no tienen fuentes hídricas.

ANEXO 3

	<p>RECONVERSIÓN DEL SISTEMA GANADERO OVINO EXTENSIVO A UN SISTEMA DE SEMI-ESTABILIZACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DEL CONFLICTO ENTRE EL HOMBRE Y EL CÓNDOIR DE LOS ANDES.</p> <p>RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA UIS MALAGA</p> <p>ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PROCESO HISTORICO</p>	
Finca: Los Sitos	Nombre del entrevistado: Alcoido Ambroz	Edad: 75 años
1. ¿Cómo era el páramo? ¿En qué época?		
Mucha piedra, perdida de especies, árboles grandes. Tierra baldía, no podía cultivar.		
2. ¿Cómo es ahora el páramo?		
Meprado, cultura y ganado.		
3. ¿Por qué se dieron estos cambios?		
Zonas productivas		
4. ¿En qué épocas aumentaron las actividades productivas?		
63-70		
5. ¿Qué cultivos o animales utilizaban?		
1 cabra		
6. ¿Qué cultivos o animales utilizan?		
Papa, Cabras y ovejas - Ganado.		

7. ¿Cuál es el uso actual que tiene el páramo y por qué?

- Zonas productivas
- Zonas de protección

8. ¿Qué especies de flora han desaparecido?

- Oridco -
- Naro -

9. ¿Qué especies de fauna han desaparecido?

- Conejos de monte - Belomas
- Torcasas - disminución

10. ¿Qué ha pasado con el recurso hídrico?

- Disminuido, por la siembra y el huera en los lados.

11. ¿Existen zonas de la finca en buen estado (conservado)? ¿Cuáles?

→ 2 lado arriba de la casa
abajo al lado del nacimiento

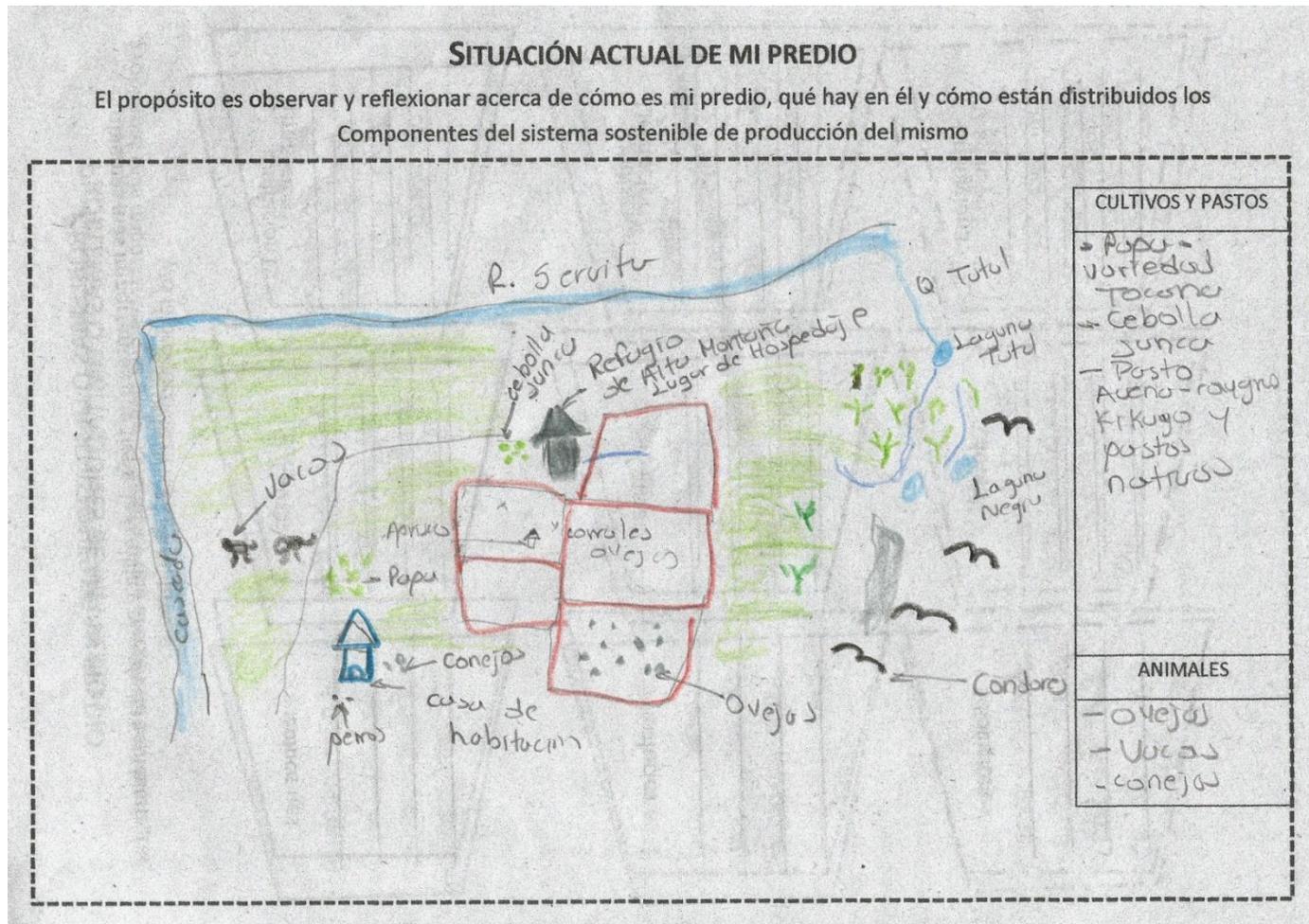
12. ¿Cuáles son las zonas más degradadas de su finca?

Ambroz → nacimiento

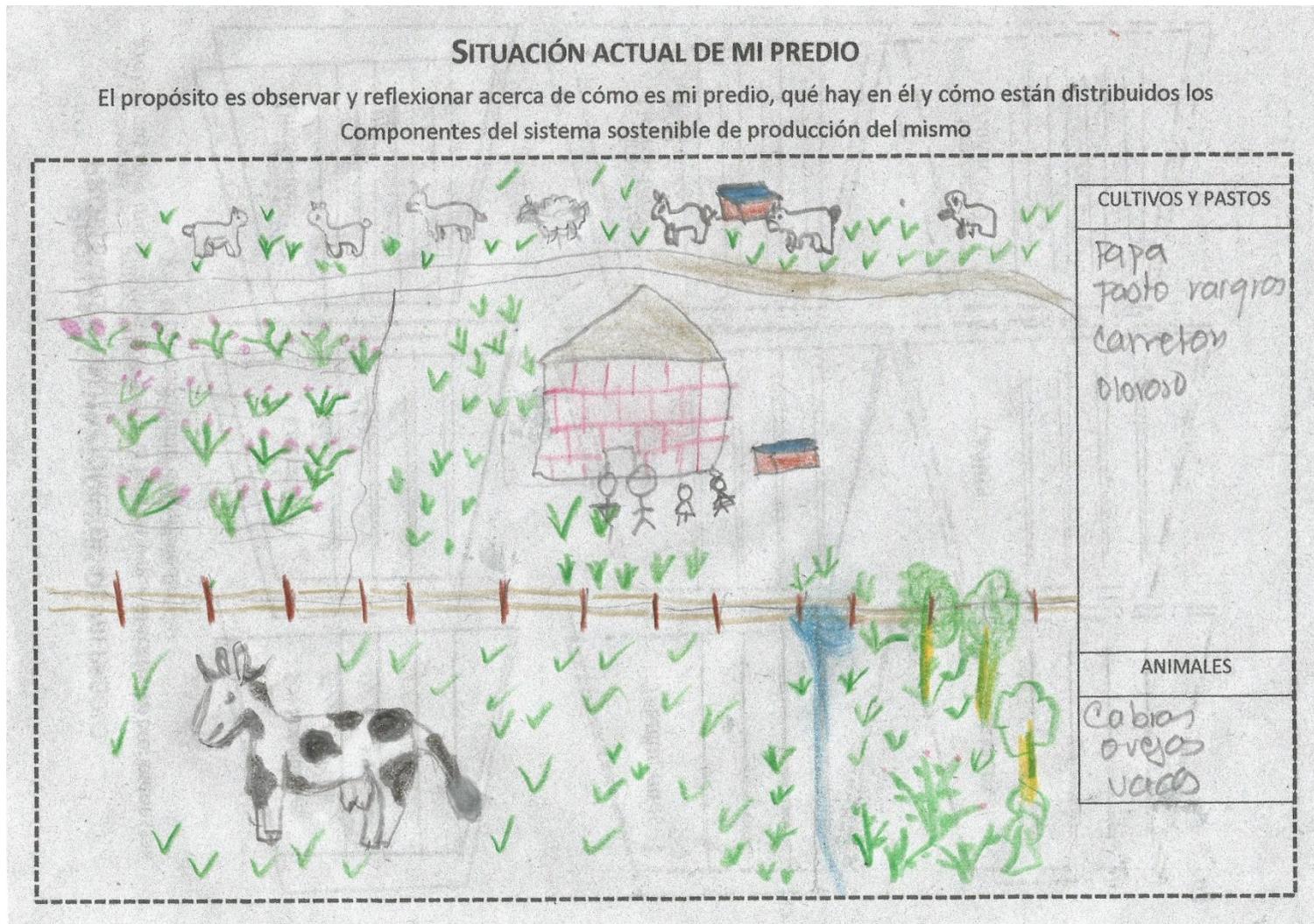
ANEXO 3

	<p>RECONVERSIÓN DEL SISTEMA GANADERO OVINO EXTENSIVO A UN SISTEMA DE SEMI-ESTABILIZACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA LA REDUCCIÓN Y MITIGACIÓN DEL CONFLICTO ENTRE EL HOMBRE Y EL CÓNDOR DE LOS ANDES.</p> <p>RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA UIS MÁLAGA</p> <p>ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PROCESO HISTÓRICO</p>	
<p>Finca: Loma alta</p> <p>Nombre del entrevistado: Miriam Calderon Edad:</p>		
<p>1. ¿Cómo era el páramo? ¿En qué época?</p> <p>Hace cinco o seis años veíamos el páramo casi todo sin impactación.</p>		
<p>2. ¿Cómo es ahora el páramo?</p> <p>Ahora lo vemos como un beneficio para nuestro vivir, que tenemos que cuidarlo.</p>		
<p>3. ¿Por qué se dieron estos cambios?</p> <p>Se dieron estos cambios por personas y proyectos que llegaron y aumentaron las actividades de ganadería y agricultura.</p>		
<p>4. ¿En qué épocas aumentaron las actividades productivas?</p> <p>Hace mucho tiempo pero hace como 5 años han disminuido porque nos acercamos con un proyecto por parte del condón en los ovejeros y fue así como se empezó a mejorar con praderas y la implementación de animales semiestabilizados.</p>		
<p>5. ¿Qué cultivos o animales utilizaban?</p> <p>Se cultiva papa, pastos y se tienen ovejas y ganado.</p>		
<p>6. ¿Qué cultivos o animales utilizan?</p> <p>En la actualidad se utilizan los mismos animales y se cultivan variedades de papas.</p>		
<p>7. ¿Cuál es el uso actual que tiene el páramo y por qué?</p> <p>Ahora se manejan praderas para tener los animales en pastoreo y se protegen húmedales con siembra de árboles nativos, al igual que los nacimientos.</p>		
<p>8. ¿Qué especies de flora han desaparecido?</p> <p>Se han perdido muchas especies en especial de frailejonas, por el pisoteo del ganado.</p>		
<p>9. ¿Qué especies de fauna han desaparecido?</p> <p>Animales como tinajas</p>		
<p>10. ¿Qué ha pasado con el recurso hídrico?</p> <p>Se ha recuperado.</p>		
<p>11. ¿Existen zonas de la finca en buen estado (conservado)? ¿Cuáles?</p> <p>No hay zonas en buen estado, pero sí estamos mejorando y conservando los húmedales y nacimientos.</p>		
<p>12. ¿Cuáles son las zonas más degradadas de su finca?</p> <p>Las zonas de producción</p>		

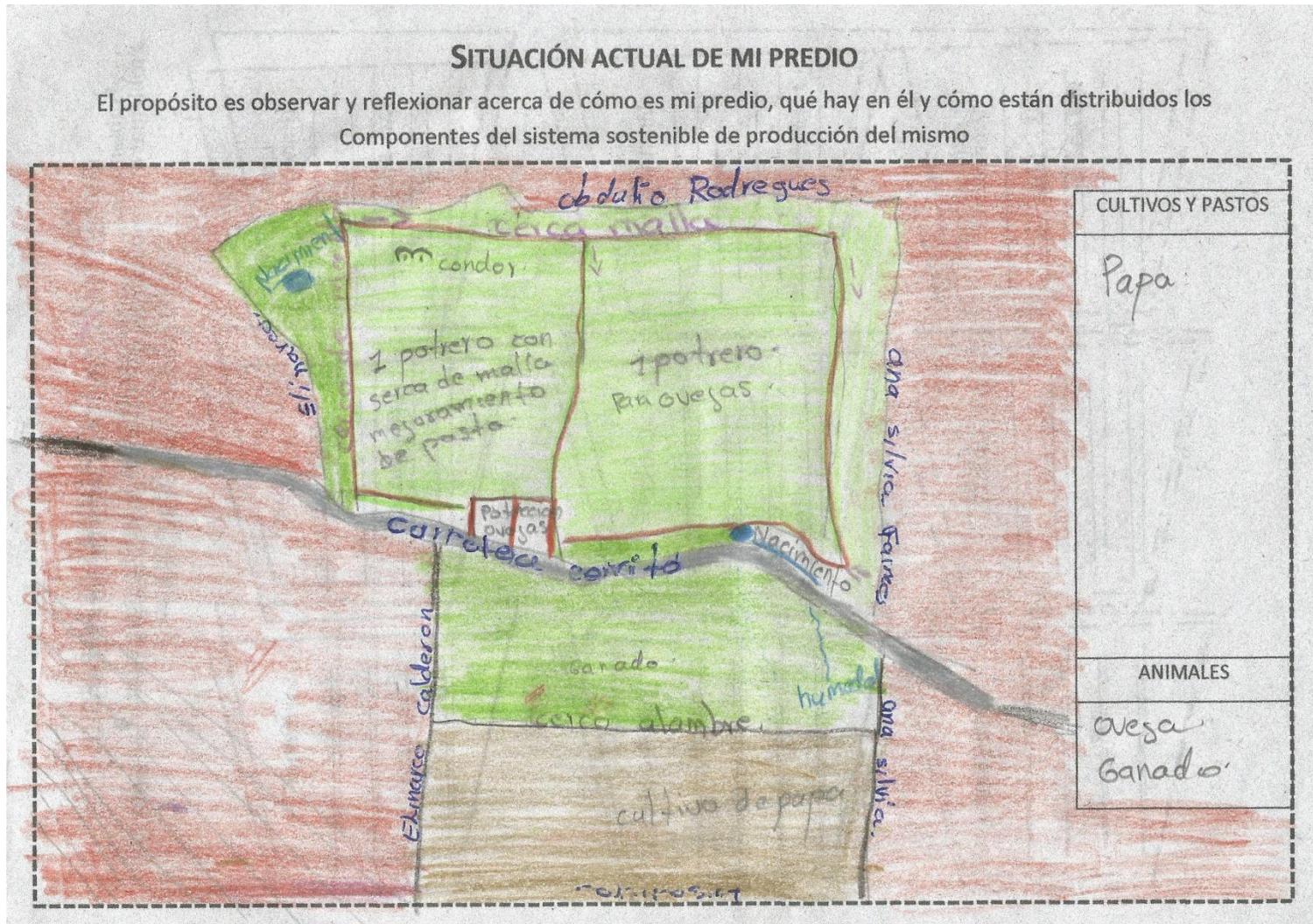
Apéndice E. Situación actual de cada uno de los predios.



Nota: Dibujo de la situación actual del predio el Salto.

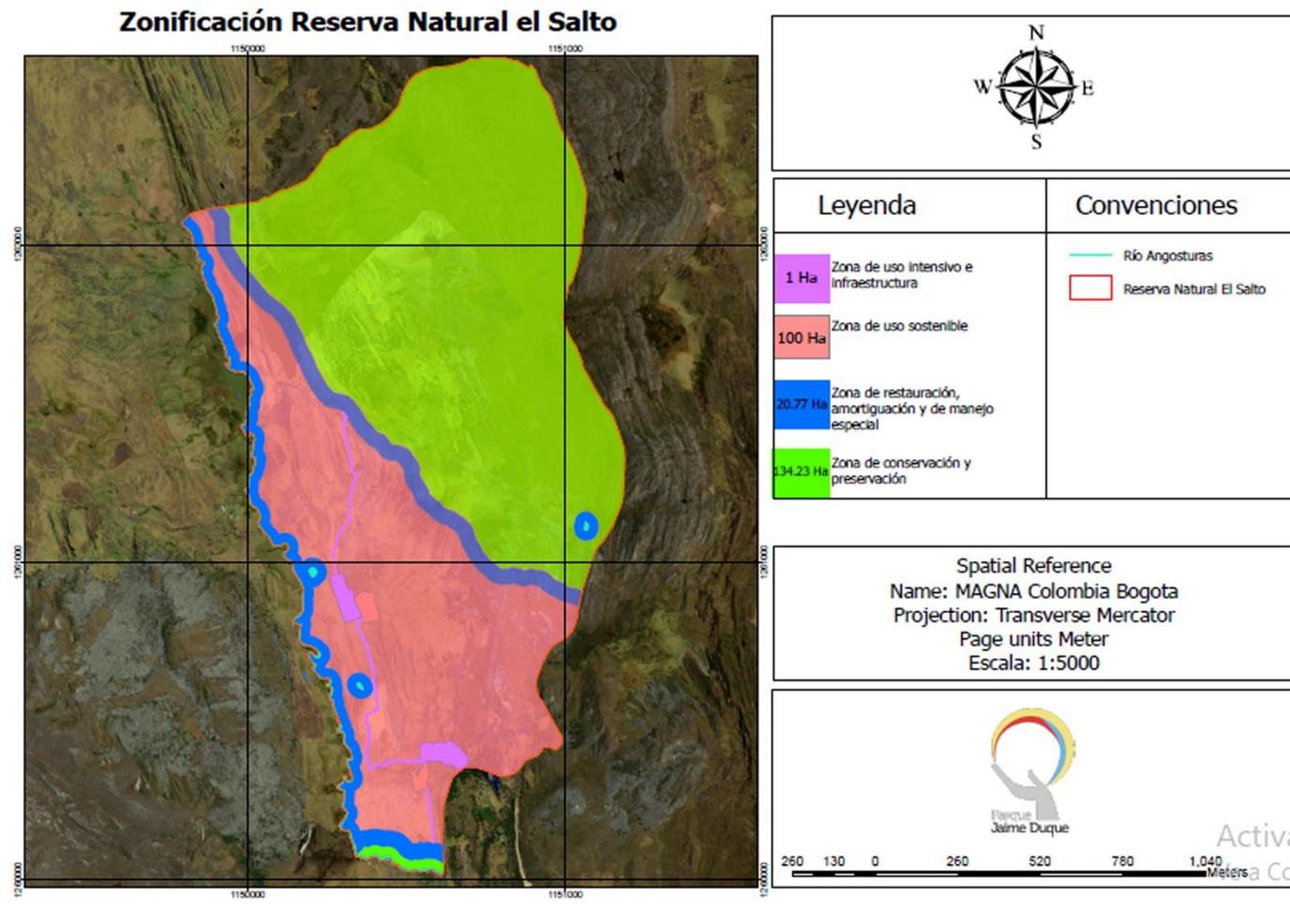


Nota: Dibujo de la situación actual del predio los Sitios.

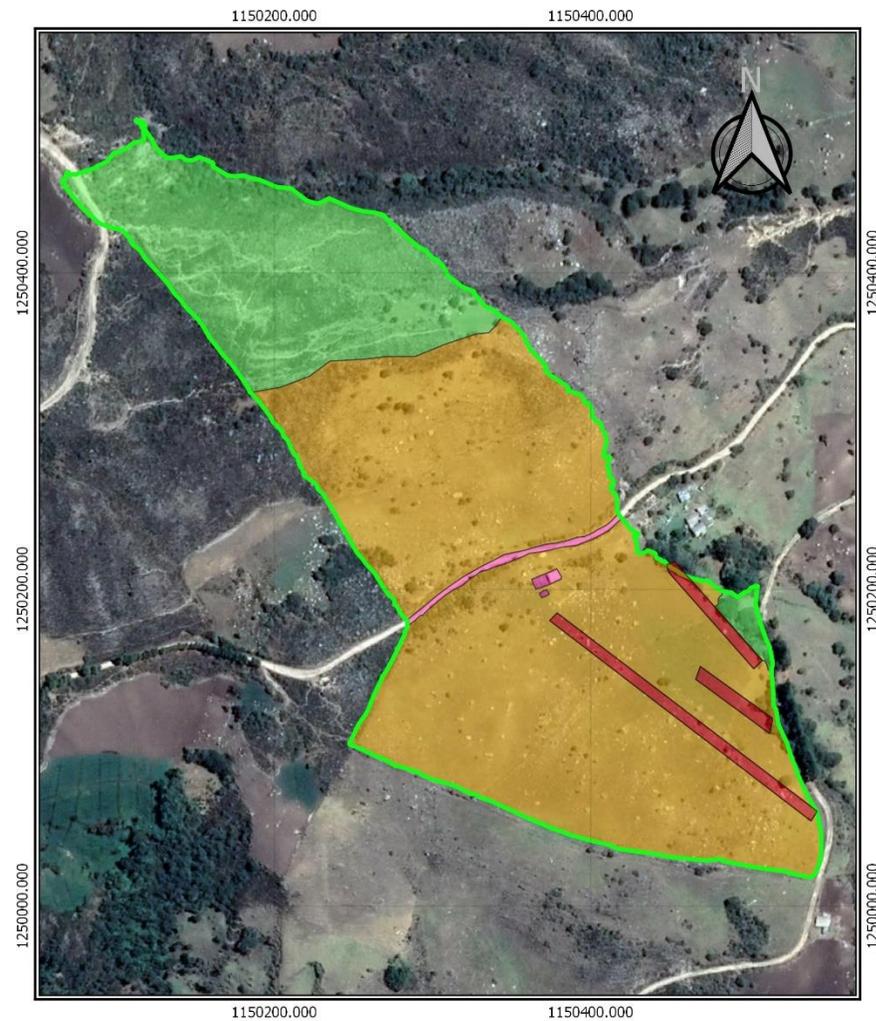


Nota: Dibujo de la situación actual del predio Loma alta.

Apéndice F. Mapas de zonificación final para cada uno de los predios.



Nota: Mapa del predio el Salto, elaborado por la Fundación Parque Jaime Duque.



ZONIFICACIÓN PREDIO LOS SITIOS


UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 INGENIERÍA FORESTAL

ELABORADO POR: **MONICA JULIETH SANCHEZ C.**
LIZETH JOHANA SANTAMARIA V.

ESCALA: 1 : 3200

0 400 800 1.200 m

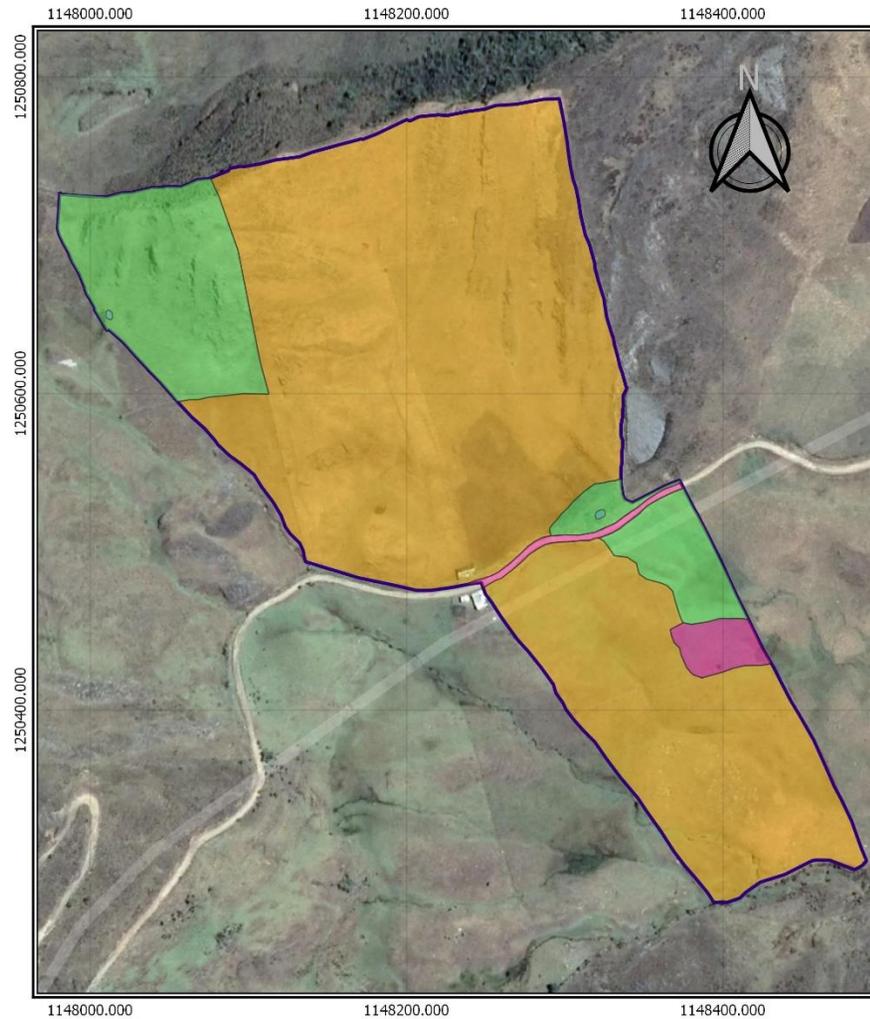
LEYENDA

Zonificación

- Conservación con fines de restauración
- Uso intensivo e infraestructura
- Cerca viva
- Producción uso sostenible
- Predio los Sitios

Sistema de Coordenadas:
 MAGNA Colombia Bogotá
 Proyección: Transversal de Mercator
 Datum: MAGNA
 Falso Este: 1000000
 Falso Norte: 1000000
 Meridiano Central: -74,0775
 Factor de Escala: 1,0000
 Latitud de Origen: 4,5962
 Unidades: Metros

Zona	Area Ha
Conservación con fines de restauración	2,255
Uso sostenible	6,307
Cerca viva	0,255
Uso intensivo e infraestructura	0,073
Total	8,89



ZONIFICACIÓN PREDIO LOMA ALTA



Universidad Industrial de Santander
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
 INGENIERÍA FORESTAL

ELABORADO POR: **MONICA JULIETH SANCHEZ C.**
LIZETH JOHANA SANTAMARIA V.

ESCALA: 1 : 3200



LEYENDA

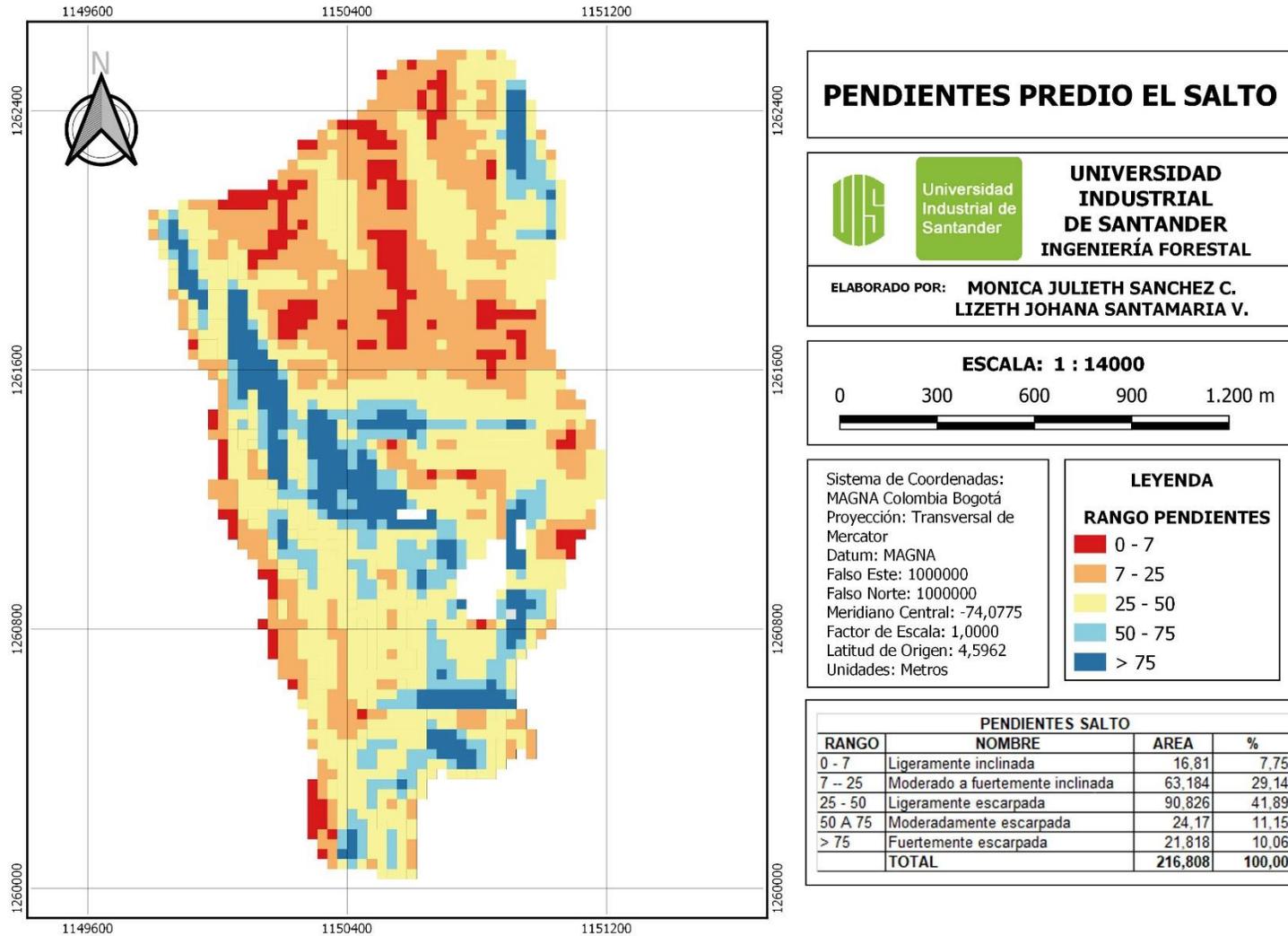
Zonificación

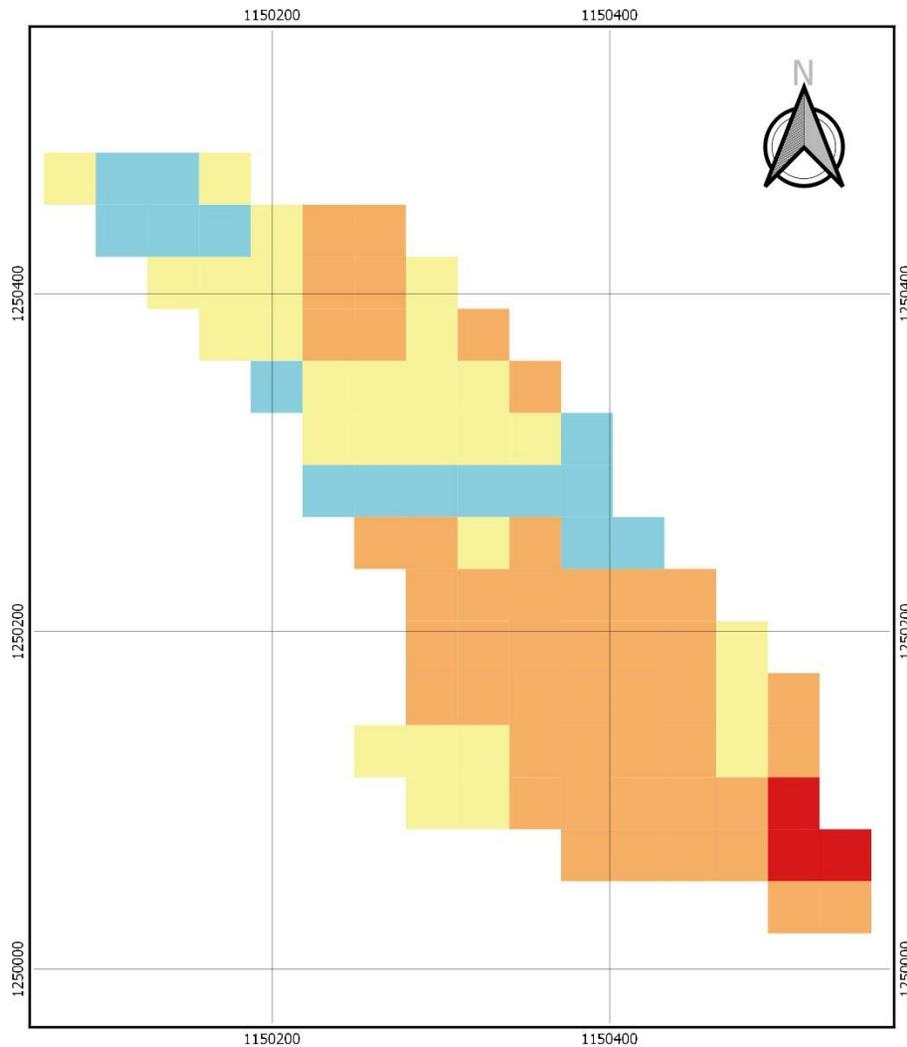
- Conservación con fines de restauración
- Uso intensivo e infraestructura
- Nacimientos
- Producción uso sostenible
- Predio Loma alta

Sistema de Coordenadas:
 MAGNA Colombia Bogotá
 Proyección: Transversal de Mercator
 Datum: MAGNA
 Falso Este: 1000000
 Falso Norte: 1000000
 Meridiano Central: -74,0775
 Factor de Escala: 1,0000
 Latitud de Origen: 4,5962
 Unidades: Metros

Zona	Area Ha
Conservación con fines de restauración	1,725
Uso sostenible	8,66
Uso intensivo e infraestructura	0,225
Total	10,61

Apéndice G. Mapa de pendientes para cada uno de los predios





PENDIENTES PREDIO LOS SITIOS

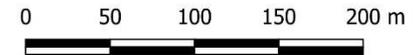


Universidad
Industrial de
Santander

**UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL
DE SANTANDER**
INGENIERÍA FORESTAL

ELABORADO POR: **MONICA JULIETH SANCHEZ C.
LIZETH JOHANA SANTAMARIA V.**

ESCALA: 1 : 3000



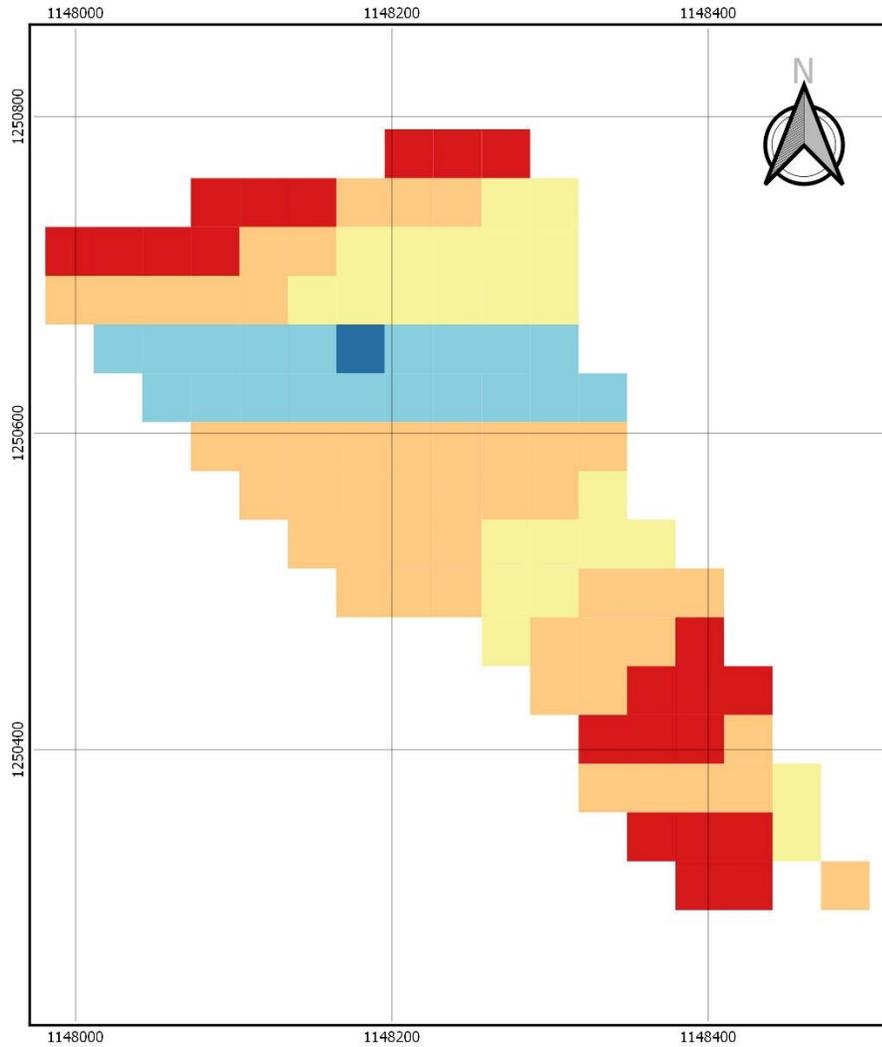
Sistema de Coordenadas:
MAGNA Colombia Bogotá
Proyección: Transversal de
Mercator
Datum: MAGNA
Falso Este: 1000000
Falso Norte: 1000000
Meridiano Central: -74,0775
Factor de Escala: 1,0000
Latitud de Origen: 4,5962
Unidades: Metros

LEYENDA

RANGOS PENDIENTE

- 0 - 7
- 7 - 25
- 25 - 50
- 50 - 75

PENDIENTES LOS SITIOS			
RANGO	NOMBRE	AREA	%
0 - 7	Ligeramente inclinada	0,282	3,26
7 -- 25	Moderado a fuertemente inclinada	4,331	50,00
25 - 50	Ligeramente escarpada	2,636	30,43
50 A 75	Moderadamente escarpada	1,413	16,31
TOTAL		8,662	100,00



PENDIENTES PREDIO LOMA ALTA

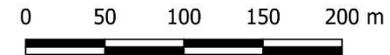


Universidad Industrial de Santander

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INGENIERÍA FORESTAL

ELABORADO POR: **MONICA JULIETH SANCHEZ C.**
LIZETH JOHANA SANTAMARIA V.

ESCALA: 1 : 3200



Sistema de Coordenadas:
MAGNA Colombia Bogotá
Proyección: Transversal de Mercator
Datum: MAGNA
Falso Este: 1000000
Falso Norte: 1000000
Meridiano Central: -74,0775
Factor de Escala: 1,0000
Latitud de Origen: 4,5962
Unidades: Metros

LEYENDA

RANGOS PENDIENTE

- 0 - 7
- 7 - 25
- 25 - 50
- 50 - 75
- > 75

PENDIENTES LOMA ALTA			
RANGO	NOMBRE	AREA	%
0 - 7	Ligeramente inclinada	2.078	19.64
7 - 25	Moderado a fuertemente inclinada	4.440	41.96
25 - 50	Ligeramente escarpada	2.173	20.54
50 A 75	Moderadamente escarpada	1.795	16.96
> 75	Fuertemente escarpada	0.094	0.89
TOTAL		10,580	100,00