



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

ANÁLISIS DE PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN EL ÁREA DE
INCENDIO DEL PÁRAMO MOJANDA-CAJAS, CANTÓN OTAVALO

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERA
EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTORA:
MERCEDES MARGARITA MÁRMOL ALMEIDA

DIRECTORA:
MSc. Mónica León

Ibarra, 2022



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ibarra, 16 de septiembre de 2022

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: "ANÁLISIS DE PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN EL ÁREA DE INCENDIO EN EL PÁRAMO MOJANDA - CAJAS, CANTÓN OTAVALO", de autoría de la señorita MÁRMOL ALMEIDA MERCEDES MARGARITA estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el/la autor/a o autores ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

FIRMA

MSc. Mónica León
DIRECTORA TRABAJO TITULACIÓN

MSc. Elizabeth Velarde
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

MSc. Renato Oquendo
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte de manera digital para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA :	100371102-3		
NOMBRES Y APELLIDOS:	Mercedes Margarita Mármol Almeida		
DIRECCIÓN:	Tabacundo-Pichincha		
EMAIL:	mmmarmol@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO	022 365 768	TELÉFONO MÓVIL:	0986978053

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ANÁLISIS DE COBERTURA VEGETAL EN EL ÁREA DE INCENDIO DEL PÁRAMO MOJANDA-CAJAS, CANTÓN OTAVALO
AUTOR:	Mármol Almeida Mercedes Margarita
FECHA:	16 de septiembre 2022
SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIEIRO/A EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DIRECTOR:	MSc. Mónica León



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 16 días del mes de septiembre de 2022

EL AUTOR:

Mármol Almeida Mercedes Margarita

CI. 100371102-3

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por acompañarme en los momentos buenos y malos y darme la oportunidad de alcanzar una meta más.

A mi familia por todo su apoyo y esfuerzo para ayudarme a cumplir este objetivo.

A la Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales por darme la oportunidad de formarme en sus aulas.

A mi directora MSc. Mónica León, a mis asesores MSc. Elizabeth Velarde y MSc. Renato Oquendo por su paciencia, tiempo y por impartirme sus conocimientos en esta investigación, mi infinito agradecimiento.

A la Ing. Mayra Benavides, a la Ing. Daisy Pozo y a su hermana Liz, quienes desde el inicio de mi vida estudiantil me brindaron su apoyo, su sincera amistad y siempre estuvieron dispuestas a ayudarme en todo momento y hasta el final, mil gracias de todo corazón.

A todas mis amistades y demás familiares que de una u otra manera me han brindado toda su ayuda.

¡Gracias!

Margarita

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mis padres que con su infinito amor y sus palabras de aliento me levantaron.

A mi compañero de vida, Denis, quién ha sido un pilar fundamental en esta investigación, a mis hijas Camila y María Emilia que son mi fortaleza y mi inspiración para ser mejor persona, madre, hija y esposa les dedico con todo mi amor este trabajo.

Al Dr. Julio Mármol, quién ha sido desde siempre mi guía.

Y a todas las personas que me ayudaron para que este trabajo llegara a concluir.

Con todo mi amor
Margarita Mármol

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Revisión de antecedentes o estado del arte	1
1.2. Problema de la investigación y justificación.....	3
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Preguntas directrices	5
CAPÍTULO II	6
REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1. Páramos	6
2.1.1. Diversidad florística en páramos.....	6
2.2. Diversidad	8
2.2.1. Diversidad alfa	8
2.2.2. Diversidad beta.....	11
2.3. Disturbio.....	11
2.4. Restauración ecológica (RE).....	13
2.4.1. Sucesión en páramos	14
2.5. Marco legal.....	16
2.5.1. Constitución de la República del Ecuador	16
2.5.2. Código Orgánico del Ambiente.....	17
2.5.3. Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025	17
2.5.4. Ordenanza Bi-Cantonal para la Protección y la Conservación de la Zona de Mojanda.....	18
CAPÍTULO III.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1. Descripción de la zona de estudio	19
3.2. Métodos	22
3.2.1. Puntos de muestreo e instalación de cuadrantes.....	22
3.2.2. Inventario de especies vegetales	23

3.2.3. Diversidad florística y análisis de datos	23
3.2.4. Diversidad alfa	25
3.2.5. Diversidad beta.....	28
3.2.6. Determinación del estado de sucesión de la vegetación en el área afectada por el incendio en el páramo de Mojanda.	29
3.2.7. Generación de una propuesta de restauración ecológica para la zona de disturbio Mojanda-Cajas	30
3.3. Materiales y equipos.....	31
CAPÍTULO IV	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1. Determinación del estado de sucesión de la vegetación en la zona afectada por el incendio en el páramo de Mojanda	32
4.1.1. Validación del muestreo.....	32
4.1.2. Composición florística	33
4.1.3. Estado de sucesión	34
4.2. Caracterización de la cobertura vegetal de la zona de referencia.....	35
4.2.1. Composición florística	36
4.2.2. Índice de Valor de Importancia.....	37
4.3. Índice de diversidad alfa	39
4.4. Índice de diversidad beta.....	40
4.5. Propuesta de restauración ecológica en la zona del incendio.....	42
4.5.1. Estrategia 1: Programa de educación ambiental.....	44
4.5.2. Estrategia 2: Programa de regeneración de la cobertura vegetal.....	46
4.5.3. Estrategia 3: Zonificación de áreas conservación y turismo	48
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
ANEXOS	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Interpretación de diversidad por familia y especie	26
Tabla 2. Interpretación Índice de Shanon-Wiener	27
Tabla 3. Interpretación de diversidad	27
Tabla 4. Rango de similitud en porcentaje	28
Tabla 5. Parámetros para la caracterización de un disturbio	29
Tabla 6. Materiales y equipos	31
Tabla 7. Listado de especies	36
Tabla 8. Diversidad alfa	40
Tabla 10. Análisis FODA de la zona del incendio en el páramo de Mojanda.	42
Tabla 11. Matriz de estrategias	43
Tabla 13. Programa de educación ambiental	45
Tabla 14. Actividades para el programa de restauración	47
Tabla 15. Actividades para las zonas de conservación y ecoturismo.....	49
Tabla 16. Registro florístico de la zona disturbada.....	54
Tabla 17. Clasificación de las especies vegetales por atributos vitales	56
Tabla 18. Diversidad florística de la zona referencia.....	57
Tabla 19. Índice de valor de importancia ecológica de la zona referencia	58
Tabla 20. Base de datos de la zona disturbada.....	59
Tabla 21. Índices biológicos de la zona disturbada.....	61
Tabla 22. Base de datos de la zona referencia.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del páramo Mojanda-Cajas	19
Figura 2. Zona de turismo "Caricocha"	20
Figura 3. Instalación de cuadrantes	22
Figura 4. Curva de validación de muestreo	32
Figura 5. Curva de rango abundancia de las especies de la zona disturbada	33
Figura 6. Curva de validación del muestreo	35
Figura 9: Clúster del índice de Jaccard con los 10 puntos de muestreo	41
Figura 10. Zona de actividad turística.....	65
Figura 11. Cambio de coloración en la vegetación a colores más claros dado por la regeneración natural	65
Figura 12. Pérdida de cobertura vegetal arbustiva.....	66
Figura 13. Estado inicial de la zona disturbada	66
Figura 14. Inicio de colonización de la especie <i>Calamagrostis intermedia</i> Steud. en la zona disturbada	67
Figura 15. Cobertura de la zona media de la zona disturbada	67
Figura 16. Vegetación arbustiva quemada y aparición de especies pioneras	68
Figura 17. Medición de las parcelas.....	68
Figura 18. Delimitación de parcelas	69
Figura 19. Toma de datos de presencia de especies.....	69

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**ANÁLISIS DE PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN EL ÁREA DE
INCENDIO DEL PÁRAMO MOJANDA-CAJAS, CANTÓN OTAVALO**

Mármol Almeida Mercedes Margarita

RESUMEN

El avance desmesurado de la frontera agrícola, sumado los continuos cambios en la vegetación del páramo como consecuencia de los incendios forestales, ha dado como resultado una alta fragilidad en este ecosistema por eliminación de especies vegetales que da como consecuencia la disminución del banco de semillas y la pérdida de fauna. Por estas razones, esta investigación se centró en establecer estrategias de restauración para recuperar la cobertura vegetal afectada por el incendio en el páramo Mojanda-Cajas mediante la caracterización de las especies vegetales en la zona afectada y en la zona referencia aplicando la evaluación ecológica rápida, información que permitió obtener parámetros de densidad, frecuencia, dominancia, cobertura, datos que demostraron una alta presencia de géneros como *Calamagrostis*, *Bidens*, *Dorobaea*, *Lupinus*, *Senecio*, *Geranium*, *Lachemilla* y *Valeriana*. Mediante el índice de Shannon-Wiener se registró un valor de 2,73 para el ecosistema disturbado considerando estos resultados como diversidad media, a través del índice de Jaccard entre las dos zonas estudiadas se determinó que son extremadamente disímiles a pesar de encontrarse en una misma zona con un valor de similitud del 32%. Finalmente, como producto de la interpretación de estos datos, se desarrolló estrategias de restauración aplicables a esta área, tales como: Educación ambiental dirigida a la comunidad y turistas, la reforestación con plantas nativas de los géneros *Polylepis*, *Hypochaeris*, *Baccharis*, *Gynoxys*, *Valeriana* e *Hypericum* por medio de la aeración del suelo, creación de núcleos de vegetación y siembra de tapetes de vegetación y la zonificación de áreas de conservación y turismo.

Palabras clave: diversidad, estrategias, restauración, incendio, páramo

ABSTRACT

The disproportionate advance of the agricultural frontier, added to the continuous changes in the vegetation of the páramo as a consequence of the forest fires, it has resulted in a high fragility in this ecosystem due to the elimination of plant species, which results in a decrease in the seed bank and the loss of fauna. For these reasons, this research focused on establishing restoration strategies to recover the vegetation cover affected by the fire in the Mojanda-Cajas paramo by characterizing the plant species in the affected area and in the reference area applying the rapid ecological assessment, information that allowed obtaining parameters of density, frequency, dominance, coverage, data that showed a high presence of genera such as *Calamagrostis*, *Bidens*, *Dorobaea*, *Lupinus*, *Senecio*, *Geranium*, *Lachemilla* and *Valeriana*. Using the Shannon-Wiener index, a value of 2.73 was recorded for the disturbed ecosystem, considering these results as mean diversity, Through the Jaccard index between the two studied areas, it was determined that they are extremely dissimilar despite being in the same area with a similarity value of 32%.. Finally, as a result of the interpretation of these data, restoration strategies applicable to this area were developed, such as: Environmental education aimed at the community and tourists, reforestation with native plants of the genera *Polylepis*, *Hypochaeris*, *Baccharis*, *Gynoxys*, *Valeriana* and *Hypericum* through soil aeration, creation of vegetation nuclei and planting of vegetation mats and the zoning of conservation and tourism areas.

Keywords: diversity, strategies, restoration, fire, paramo

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Revisión de antecedentes o estado del arte

Ecuador en cuanto a biodiversidad es conocido como una de las zonas más importantes por la variedad de especies de flora, fauna, climas, paisajes y ecosistemas. Dentro de esta diversidad ecosistémica se encuentran los páramos que cubren una superficie aproximada del 7%, son considerados espacios pocos variados por presentar grandes áreas de pajonales acompañados por remanentes de bosques (Patricio Mena & Hofstede, 2006; Vargas & Velasco-Linares, 2011). Sin embargo, han sido sometidos continuamente a incendios, acciones que han transformado grandes áreas de pajonales en zonas de pastoreo con numerosos problemas ambientales, dando como resultado una alta fragilidad (Mena, 2010; Aguirre *et al.*, 2013; Vargas, 2013).

Una de las estrategias para recuperar, contrarrestar o mitigar los impactos producidos en la vegetación por el fuego, es la restauración y las medidas de control ecológico. Bajo este concepto, se mencionará algunos estudios, tal es el caso de Males y Sandoval (2019), que determinaron la efectividad de cuatro estrategias de conservación en el sector Chalpatán provincia del Carchi, mediante la implementación de ensayos de regeneración natural con las especies *Hypericum laricifolium* Juss. e *Hypericum empetrifolium* Willd., introducción de especies nativas de la especie *Polylepis incana* Kunth, y la estrategia de traslado de parches con las especies *Hypericum laricifolium* Juss e *Hypericum empetrifolium* Willd., seleccionando sitios con criterios de accesibilidad, ecológico y de referencia incluyendo además la pendiente. Se concluyó en este estudio que las especies *Polylepis incana* e *Hypericum sp.*, son aptas para la restauración ecológica en páramos de frailejones afectados por incendios.

Noboa (2020), elaboró un programa de restauración ecológica dentro de un ecosistema intervenido en el Parque Nacional Cayambe-Coca, aplicando ensayos con frecuencias de crecimiento florístico mensuales durante un año de las especies: *Alnus acuminata* Kunth, *Cedrela montana* Turcz., *Juglans neotropica* Diels,

Myrcianthes halli (O. Berg) McVaugh, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.), *Oreopanax ecuadorensis* Seem., *Podocarpus oleifolius* D. Don y *Polylepis incana* Kunth. En este estudio se obtuvo que las especies *Alnus acuminata*, *Morella pubescens*, *Oreopanax ecuadorensis* y *Polylepis incana*, tienen un alto nivel de crecimiento por su gran adaptación a suelos pobres y condiciones extremas características de los páramos andinos. Se demostró además que la especie *Polylepis incana* al tener una competencia nula con otras especies arbóreas, es óptima para la restauración de zonas andinas.

Un estudio similar, fue realizado por Rodríguez y Leiton (2020), quienes midieron la efectividad de restauración mediante la introducción de las especies *Polylepis incana* Kunth, *Hypericum laricifolium* Juss e *Hypericum lancioides* Cuatrec. De acuerdo con los resultados, la efectividad de este método está condicionado principalmente a la pendiente, donde se menciona que con pendientes mayores al 30% se debe realizar la introducción de la especie *Polylepis incana* K. y la regeneración natural con las especies *Hypericum laricifolium* e *Hypericum lancioides*. En sitios con pendientes entre 15% y 30% la introducción de *Polylepis incana* y regeneración natural con *Hypericum laricifolium*. Para sitios con pendiente menor al 15% se debe realizar la introducción de *Polylepis incana* en mayor densidad y reubicación de plantas con *Hypericum laricifolium* e *Hypericum lancioides*. Para la especie *Polylepis incana* se debe tener en cuenta además la disposición de agua, ya que la escases afecta su desarrollo, mientras que las especies *Hypericum laricifolium* e *Hypericum lancioides* son especies propicias cuando la regeneración es muy lenta.

Del mismo modo Vistin, Muñoz y Ati (2020), en el monitoreo del herbazal de páramo en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo determinaron que las especies con mayor dominancia son *Calamagrostis intermedia* Steud, *Werneria pygmaea* Gillies ex Hook. & Arn., *Stellaria serpyllifolia* Willd., *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze, *Eryngium humile* Cav. y *Lachemilla orbiculata* Rydb., debido a la presencia de esta vegetación característica a esta zona se le denomina pajonales herbáceos. En cuanto a la dominancia de estas especies se empleó el

Índice de Simpson, obteniéndose alta dominancia con un valor de 0,95, para los datos de riqueza de especies se empleó el índice de Shannon-Wiener, donde se reportó valores de 3,31 que se interpretaron como una formación vegetal alta en diversidad. En base a la gradiente altitudinal, se demostró que las especies *Calamagrostis intermedia* y *Lachemilla orbiculata* presentan una alta adaptabilidad climática y estabilidad ecológica.

1.2. Problema de la investigación y justificación

Los sectores de la Sierra Andina Ecuatoriana son los más poblados del Ecuador, por lo que se genera gran presión sobre estas zonas de vida (Hofstede, Lips y Jongsma, 1998). Las actividades humanas dentro de estos ecosistemas alteran la dinámica natural, principalmente el fuego. Este disturbio afecta al banco de semillas de la flora existente, distribución, abundancia y los servicios ambientales. Algunos de los ecosistemas más sensibles al fuego son los bosques secos, bosques andinos, subpáramos, páramos y matorrales espinosos. En el caso de los páramos, la frecuencia de ocurrencia del fuego y magnitud se debe a la acumulación de hojarasca y la presencia de *Calamagrostis effusa* y *Calamagrostis intermedia* consideradas como especies que favorecen el fuego (Armenteras *et al.*, 2020).

De acuerdo a Ruiz (2017), las actividades antrópicas no planificadas conllevan grandes problemas ambientales en las zonas de páramos, por el cambio y/o eliminación de la cobertura vegetal. Así como lo explica Hofstede (2001), que por consecuencia directa de las continuas quemadas, estas zonas se extendieron mucho más allá de la frontera natural, reemplazando a la vegetación leñosa, ya que al estar totalmente descubierto el suelo está expuesto a las condiciones extremas propias de páramo como radiación alta y cambios bruscos de temperatura. Se debe incluir, que a pesar de que la vegetación se regenere, no podrá ser igual al área no quemada ya que el fuego afecta de diferente forma a las especies vegetales.

El páramo de Mojanda a lo largo de la historia no se ha visto afectado continuamente por incendios forestales; sin embargo, el aumento de esta estadística se traduce a un gran problema ambiental latente desde la última década, ya sea por

causas naturales o por actividades antrópicas (Villota, Behing y León, 2017). Según la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2020), el incendio forestal ocasionado el 02 de agosto del 2020 en la zona de Mojanda-Cajas, afectó alrededor de 635 Ha distribuidas de la siguiente manera: Provincia de Imbabura 118 Ha y Pichincha con 517 Ha, siendo esta provincia la más afectada. Las consecuencias directas de este tipo de disturbio son las pérdidas de fauna y flora endémicas, así como la modificación de los procesos ecológicos (Sarango, Muñoz, Muñoz y Aguirre, 2019), razón por la cual esta investigación buscó desarrollar estrategias a través del estudio detallado de la vegetación de la zona disturbada y de la zona referencia. Todo esto con el fin de proponer una estrategia viable de recuperación de las especies florísticas, que son la base del desarrollo y restauración de los ecosistemas, direccionado la toma de decisiones para la mejora en el ámbito de conservación y manejo sustentable de estos humedales.

El *Eje de Transición Ecológica* del “Plan de Creación de Oportunidades” (2021), a través del *Objetivo 11: Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales*, propone la protección y reparación ambiental a través de acciones de conservación de hábitats, gestión adecuada de los recursos naturales. Las políticas *11.1* y *11.2* promueven la protección, conservación, restauración y recuperación de los ecosistemas, fortaleciendo el manejo sostenible de las áreas de conservación y promoviendo la implementación de programas de incremento de cobertura vegetal nativa. Con lo expuesto anteriormente, esta investigación busca desarrollar estrategias viables de recuperación de las especies florísticas a través del estudio detallado de la vegetación, direccionado la toma de decisiones para la mejora en el ámbito de conservación y manejo sustentable de estos sitios.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Generar una propuesta de restauración para la cobertura vegetal afectada por el incendio del páramo Mojanda-Cajas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el estado de sucesión de la vegetación en el área afectada por el incendio en el páramo de Mojanda.
- Caracterizar la cobertura vegetal del ecosistema referencia de las zonas adyacentes al área afectada.
- Generar una propuesta de restauración para la cobertura vegetal afectada por el incendio del páramo Mojanda-Cajas.

1.4. Preguntas directrices

¿Cuál es el estado de sucesión de la vegetación en el área afectada por el incendio?

¿Qué estrategias son aplicables en el área de Mojanda?

CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA

Este capítulo es de vital importancia ya que se detalla la argumentación teórica en la que se basa esta investigación para entrar en contexto, además de que facilitará la comprensión de algunos términos y enfoques que se encuentran dentro de este estudio.

2.1. Páramos

La Cordillera de los Andes, tiene una longitud aproximada de 8000 km, va desde el norte de Colombia hasta el sur de Argentina. Esta cadena montañosa está dividida en tres partes: Andes del Norte, Andes centrales y Andes del Sur; a los Andes centrales y Norte se los ha clasificado por su importancia biológica como la *bioregión Andes Tropicales* cubriendo una superficie de aproximadamente 4000 km con elevaciones sobre los 2000 m.s.n.m. (Cuesta *et al.*, 2012; Aguirre, 2013). A nivel general los páramos son ecosistemas de alta montaña con características particulares como baja temperatura, vientos, radiación solar extrema y geología que han permitido el desarrollo de plantas endémicas únicas en estos ecosistemas, dando como resultado patrones de distribución de vegetación en las zonas de montaña (Arzac, Chacón, Llambí y Dulhoste, 2011; Sarmiento, Cadena, Sarmiento y Zapata, 2013).

2.1.1. *Diversidad florística en páramos*

Los Andes tropicales, se caracterizan por presentar pendientes altamente inclinadas con cumbres muy pronunciadas, quebradas profundas y grandes valles (Cuesta *et al.*, 2012). Al presentar vegetación muy particular y con altos índices de fragilidad por la exposición a los disturbios, es muy importante obtener una línea base sobre la misma. De acuerdo a Llambí *et al.* (2012), la vegetación de los páramos está determinada por gramíneas, arbustos y roseras gigantes, entre los géneros más comunes se encuentran: *Espeletia* (126 especies), *Pentacalia* (111 especies), *Displostephium* (73 especies), *Senecio* (67 especies), *Calceolaria* (65 especies), *Valeriana* (58 especies), *Lupinus* (56 especies), *Hypericum* (56 especies), *Miconia*

(54 especies) y *Gentianella* (51 especies). Muchos de los arbustos presentan hojas duras, ventaja que les permite mantener sus hojas verdes y mantener un crecimiento estable durante largas temporadas.

Los páramos ecuatorianos en su mayoría han desarrollado varios tipos de humedales también conocidos como bofedales o turberas, capaces de almacenar grandes cantidades de agua, ya que presentan una precipitación anual que va desde los 500 hasta los 2000 mm (Camacho, 2013; Calderón, 2018). Durante los últimos 13 años se han reportado nuevos descubrimientos de flora, donde 163 especies son nuevas incluso para la ciencia; hasta el año 2017 se contabilizaron alrededor de 17.748 especies nativas y 4.500 especies endémicas (Ministerio del Ambiente, 2017).

De acuerdo a Ruiz (2017), las actividades antrópicas no planificadas conllevan grandes problemas ambientales en las zonas de páramos, por el cambio y/o eliminación de la cobertura vegetal. Así lo explica Hofstede (2001), por consecuencia directa de las continuas quemadas, estas zonas se extendieron mucho más allá de la frontera natural, reemplazando a la vegetación leñosa, ya que al estar totalmente descubierto el suelo. Se debe incluir, que a pesar de que la vegetación se regenere, no podrá ser igual al área no quemada ya que el fuego afecta de diferente forma a las especies vegetales.

Parra (2013), en su estudio de vegetación en el Páramo de Rabanal-Colombia menciona que esta zona se encuentra altamente intervenida ya que su uso de suelo y paisaje natural han sido reemplazados por cultivos de papa y pastos para alimento de ganado. En algunas zonas se encontraron tres formaciones: Herbazales, arbustos y bosques. Dentro de estas coberturas las familias más representativas fueron: Poaceae, Asteraceae, Orchidaceae, Ericaceae y Melastomataceae.

Del mismo modo, Ruiz (2017), realizó una investigación en la zona lacustre de Mojanda, en la que indica que esta zona está formada por herbazales de páramo con presencia de géneros *Calamagrostis* y algunos remanentes arbustivos como:

Baccharis, Buddleja, Monina, Escallonia, Hypericum. Además hace alusión a que los lugares con intervención en porcentajes altos, el género *Calamagrostis* presentan menor tamaño, en cuanto al suelo presenta erosión en alturas de 2600 y 3200 m.s.n.m., concretamente en el Mirador Mojanda, cerro Fuya- Fuya, Chiri Yacu y Santa Mónica.

Vistin, Muñoz y Ati (2020), encontraron que en la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo, predomina la formación herbazal de páramo con abundancia de gramíneas del género *Calamagrostis* y *Agrostis* con un porcentaje de cobertura de 75% razón por la cual estas zonas son consideradas como pajonales. A pesar de que esta área es considerada como una de las más importantes, se ha visto impactada gravemente por actividades antrópicas, ya sea por quemas, avances de frontera agrícola o sobrepastoreo.

2.2. Diversidad

Hace referencia a la multiplicidad de organismos vivos existentes que se encuentran en una determinada área, y que han resultado de los procesos evolutivos de genes, especies, ecosistemas y paisajes; así mismo como su composición (variedad de especies), estructura de la organización que se basa en las abundancias de las especies y/o ecosistemas y nichos ecológicos (Bravo, 2014). Además, Ferriol y Merlé (2012); Campo y Duval (2014), mencionan tres tipos de diversidad: diversidad alfa (α), estudia la riqueza y la estructura de un ecosistema, diversidad beta (β) estudia las disimilitudes entre áreas y diversidad gamma, que estudia el paisaje.

2.2.1. Diversidad alfa

Se la define como el número de especies que habitan una determinada área. Puede ser medida por conjunto de especies, taxonomía y estratos, teniendo como base la obtención de índices de diversidad, dominancia y/o curvas de acumulación de especies. Para determinar de forma cuantitativa las especies dentro de un ecosistema, así como su estructura, es necesario obtener parámetros como son: la

densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), frecuencia relativa (FR), dominancia relativa (DmR), valores esenciales para el cálculo del Índice de valor de importancia (IVI). La metodología de Rangel y Velásquez (1997), menciona que la caracterización vegetal mediante especies dominantes se realiza a partir de la obtención de abundancia, densidad y/o presencia/ausencia. Pujos (2013), en el estudio de diversidad florística en rangos altitudinales, emplea la diversidad alfa por medio del Índice de equidad para determinar el estado de conservación del ecosistema páramo.

Obtener datos sobre la frecuencia que presenta un individuo en cada unidad de muestreo permite determinar la prevalencia de una especie sobre otra, es decir que la frecuencia es la equivalencia a la dominancia entre organismos. Del mismo modo, Rangel y Velásquez (1997), indican que la FR es una medida de presencia/ausencia y homogeneidad de una especie siempre y cuando las unidades de muestreo tengan el mismo tamaño. Para Maldonado, Herrera, Gaona y Aguirre (2018) la frecuencia relativa es la relación en porcentaje entre el número de parcelas en las que está presente una especie y la sumatoria total de las frecuencias de todas las especies inventariadas.

Cueva, Lozano y Yaguana (2019) indican que para medir la riqueza de un ecosistema se debe emplear la curva de acumulación de especies y para el estudio de la diversidad se aplican diversos índices incluyendo el estudio del valor de importancia. A continuación, se detalla cada uno de ellos.

1. Curva de acumulación de especies

Permite determinar la validez del muestreo y los valores de riqueza de las especies, es decir muestra el número acumulado de especies dentro del total de muestreos realizados. Moreno (2001) y Villareal, Álvarez, Córdoba, Escobar, Fagua, Gast, Mendoza, Ospina y Umaña (2004), determinan que para emplear este método de análisis, se debe recolectar entre el 80 y 100% de las especies esperadas, además de elaborar listas de especies por familia, frecuencia y datos de riqueza.

2. Índice de valor de importancia (IVI)

Mostacedo y Fredericksen (2000), señalan que el IVI se basa en tres parámetros: dominancia (cobertura o área basal), densidad y frecuencia, siempre y cuando se encuentren expresados en sus valores relativos, es decir en porcentaje. Parra (2013), señala que en estudios de herbazales únicamente se emplean los valores de dominancia relativa (cobertura) y frecuencia relativa. El cálculo de este parámetro permite determinar la importancia ecológica tomando en cuenta la dominancia de que tiene una especie dentro de su entorno. Además de establecer la estructura que presenta un ecosistema (Villarreal *et al.*, 2004).

3. Índice de Margalef

Establece una relación entre el número de especies y el número total de los individuos registrados. Este índice permite medir el número de individuos por especie que se encontraron en cada una de las parcelas dentro del ecosistema referencia y el ecosistema disturbado. Además, permite determinar si un ecosistema presenta diversidades baja, media o alta de acuerdo con rangos preestablecidos (Villarreal *et al.*, 2004).

4. Índice de Shanon-Wiener

De acuerdo a Aguirre (2013), es el más usado en ecología de comunidades ya que permite determinar el grado promedio de la incertidumbre de las especies escogidas al azar, asumiendo que todas las especies de la comunidad están representadas y se encuentran dentro de la muestra. Del mismo modo, Bravo (2014), señala que este índice muestra la uniformidad de las especies por medio de la abundancia.

5. Índice de Simpson

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. El índice, está apoyado en la dominancia de las especies

obtenida mediante la aplicación del índice de Shannon. Es decir, corresponde a la relación que existe entre el número de especies y la abundancia, resultado que permite obtener el nivel de dominancia de cada individuo (Villarreal *et al.*, 2004). Este índice lleva consigo la interpretación dado por Aguirre (2013), en donde se menciona se establece una relación entre la abundancia y la diversidad, ya que a mayor homogeneidad menor es la diversidad y a mayor heterogeneidad mayor es la diversidad.

Según Gil-Leguizamón, Morales, Puestes y Jácome (2020), dentro de la estructura de dos ecosistemas, el Índice de Shannon-Wiener y el Índice de Simpson cumplen la función de indicadores de probabilidad de dominancia-diversidad.

2.2.2. *Diversidad beta*

Es la diferencia florística entre dos comunidades cercanas además de que favorece a detallar la heterogeneidad del ecosistema, pudiendo ser aplicada para evaluar la tasa de cambio florística a escala temporal en una sucesión ecológica. Existen diversos índices para su obtención, entre ellos se encuentra: Índice de similitud de Sorensen, índice de similitud/disimilitud de Jaccard que emplea las distancias de Bray-Curtis entre las más comunes. El índice de Jaccard permite determinar mediante escalas porcentuales la similitud florística entre dos zonas (Vistin Guamantaqui *et al.*, 2020).

2.3. **Disturbio**

Según Vargas (2013), los disturbios son eventos que alteran los ecosistemas afectando parcial o totalmente sus componentes (suelo, flora, fauna, fuentes hídricas, entre otros), dependen de la extensión, frecuencia e intensidad. En los páramos, los disturbios antrópicos más comunes son los incendios descontrolados, provocados con el fin de eliminar vegetación seca y crear nuevos brotes para la ganadería. En cuanto a la flora, muchas de las especies son extremadamente susceptibles a estos disturbios, los arbustos, por ejemplo, mueren después de una quema, otras pueden sobrevivir al incendio, pero no al sobrepastoreo.

Existen disturbios naturales en los páramos como son: erosión, vientos, lluvias, heladas y casualmente incendios. Sin embargo, un disturbio (considerado como evento natural) puede transformarse en un desastre natural si influye directamente sobre la supervivencia de una comunidad de un determinado ecosistema (Vargas y Velasco-Linares, 2011). Si se habla de disturbios antrópicos los más comunes son: presión por pastoreo, quemas, minería, incendios, introducción de especies exóticas y cacería. En este ecosistema, los impactos ambientales son mucho más notorios, ya que la pérdida de cobertura vegetal nativa produce el apareamiento de especies oportunistas (invasoras), dando como resultado la pérdida de las características microclimáticas naturales del ecosistema. (Jiménez, Urrego y Toro, 2016; Hofstede *et al.*, 2019).

Los disturbios dependen de tres dimensiones: espacial, magnitud y tiempo. Bajo la dimensión espacial, hace alusión a la extensión del disturbio (área o volumen); la magnitud está relacionada con la agresividad o severidad del disturbio; la dimensión temporal se define como la frecuencia de la ocurrencia del disturbio; existen disturbios grandes, de gran magnitud y dimensión espacial, así mismo pueden existir disturbios pequeños o leves pero que abarcan grandes extensiones o viceversa; la frecuencia del disturbio se mide en el número de veces que el incidente puede ocurrir de forma natural o por causas externas (Nikolay Aguirre *et al.*, 2014). Igualmente, Vargas (2007), menciona que la frecuencia y el tamaño de un disturbio tienen una relación inversa, es decir, un disturbio a gran escala puede presentarse muy rara vez, en cambio existen disturbios frecuentes que pueden ser de menor tamaño y que no causen gran impacto, por lo que la biota se adapta a estos cambios recurrentes; un ecosistema es afectado gravemente si el disturbio es raro y de gran magnitud.

Para Jiménez, Urrego y Toro (2016), los disturbios por el fuego están ligados a dos tipos de condiciones: las climáticas que tienen alta variabilidad como la temperatura, dirección del viento, humedad, precipitación, evapotranspiración, las condiciones del material combustible y la topografía, que en conjunto con el viento condicionan la propagación de un incendio. Al mismo tiempo, estos autores señalan que el fuego se convierte en un gran problema ambiental cuando superan la

capacidad de recuperación de un ecosistema alterando irreversiblemente la producción de bienes y servicios ambientales.

Los incendios recurrentes pueden ser el inicio de extinciones, principalmente de las especies arbustivas y arbóreas, ya que este tipo de fenómenos hacen que la supervivencia en especies relativamente jóvenes disminuya, al mismo tiempo en especies adultas afecta a la pérdida del banco de semillas (Vargas, 2002). Actualmente varias zonas naturales están siendo transformadas a un ritmo acelerado, lo que ha producido un índice elevado en la huella ecológica (Dos Santos, 2011). En Ecuador, los mayores impactos vienen de la mano del avance de la frontera agrícola. La pérdida de la vegetación en los páramos provoca que el suelo pierda su capacidad de retención de agua a causa de la evapotranspiración, dando como resultado la erosión y la alteración de la composición natural del suelo (Camacho, 2013 y Ministerio del Ambiente, 2015). Parra y Bernal (2011), mencionan que los impactos más significativos de un incendio sobre la cobertura vegetal son: la mortalidad de árboles, ya que entre menor sea su diámetro mayor facilidad de combustión y la desaparición de especies faunísticas (insectos, mamíferos, aves) polinizadoras.

2.4. Restauración ecológica (RE)

Luego del disturbio la regeneración vegetal se da a partir de los pequeños brotes, sin embargo, esta capacidad está condicionada con la severidad del fuego provocando en las especies no adaptadas la pérdida total de sus comunidades y la sustitución de especies nativas. Estas nuevas colonizaciones generan el desplazamiento de especies con el posible apareamiento de plagas o enfermedades, que se da principalmente en los troncos lesionados por el fuego y que son aprovechados por insectos (Armenteras, Bernal, González, Morales y Pabón, 2011). A partir de estos sucesos que pueden ocasionar la disminución de poblaciones vegetales es que nace a importancia de la restauración ecológica como parte esencial de la recuperación de los ecosistemas alterados.

La restauración ecológica, es considerada como una herramienta para revertir la degradación ambiental. Está condicionada a la duración y extensión del disturbio sobre un paisaje, por lo que es vital la evaluación del potencial de regeneración de un ecosistema ya que desde aquí parte el éxito de su recuperación. Un ecosistema restaurado en la mayoría de los casos no vuelve a su estado original, y se requieren acciones que neutralicen las especies invasoras u oportunistas para que su biota recupere su estado natural (Grupo de Trabajo Internacional de Ciencia y Política de la Sociedad para la Restauración ecológica, 2004; Guariguata, 2014).

Vargas (2007) y Aguilar *et al.* (2017), definen a la restauración ecológica como la reposición de los valores, bienes y servicios mediante el manejo sistemático de los procesos de sucesión ecológica como: revegetación, conservación de suelos, mejoramiento de hábitat para la fauna, eliminación de especies invasoras, biorremediación, manejo del fuego y campañas de educación ambiental. Además, destacan que el recurso natural se regenera únicamente cuando las condiciones están a su favor, es decir no existen factores tensionantes. Por su parte, Aguilar y Ramírez (2015), determinan que para la aplicación de la restauración ecológica se debe identificar el tipo de disturbio, su magnitud y frecuencia, nivel de afectación del ecosistema y el porcentaje de incidencia de su alteración hacia los ecosistemas próximos.

2.4.1. *Sucesión en páramos*

Es el conocimiento de las trayectorias sucesionales que permiten identificar las estrategias adecuadas para la restauración ecológica. La capacidad de recuperación que pueda tener el páramo está íntimamente relacionada con el disturbio que afectó al ecosistema, es decir a su magnitud y frecuencia, ya que de esto depende que las especies puedan sobreponerse al impacto. Existen dos tipos de sucesión: sucesión primaria que es la aparición de nuevas comunidades vegetales luego del disturbio y sucesión secundaria, es la regeneración de la misma cobertura vegetal luego del disturbio (Cleef y Cabrera, 2014).

Vargas (2002), determina que las especies herbáceas perennes que colonizan en el primer año se desarrollan con rapidez alcanzando a recuperar en su totalidad su fisionomía y su floración, siendo los principales géneros: *Rhynchospora*, *Calamagrostis*, *Agrostis*, *Danthonia*, *Festuca*, *Cortaderia*, *Paspalum*, *Chusquea*, *Geranium*, *Castilleja*, *Equatorium*, *Lysipomia*, *Spiranthes*, *Pinguicola* y *Xyris*. Se debe incluir además, que algunas especies a pesar de ser clasificadas como pioneras son especies invasoras y que con el transcurso de la recuperación del ecosistema son reemplazadas por competencia. En cambio, las rosetas como *Espeletia*, *Puya*, *Blechnum* tienen un alto nivel de recuperación y esparcimiento por medio de semillas, ya que su floración está dado alrededor de los 7-8 meses posteriores a la quema. Las formaciones de cojines del género *Oreobulus*, por su densa población son casi inmunes al fuego. Los arbustos bajos, medianos y altos tienen una recuperación relativamente lenta, por lo tanto la dispersión de semillas en este grupo de plantas es de vital importancia, entre algunos géneros están: *Arcytophyllum*, *Displostephyum*, *Hypericum*, *Monnina*, *Miconia*, *Bucquetia*, *Rhamnus*, *Gaulltheria*, *Baccharis*.

Para determinar el estado de sucesión, Vargas-Ríos (2000), planteó la metodología donde sugiere *Patrones y mecanismos de sucesión-regeneración* por medio de atributos de la siguiente forma:

Atributos de arribo o persistencia en el sitio. Dentro de este grupo se encuentran las especies herbáceas perennes con flores **U** (no afectadas por el fuego), muchas de estas especies realizan la propagación de semillas se les da la denominación **D** (dispersión de propágulos) y para las especies que presentan una combinación de estos mecanismos se les denomina **Δ**. Las especies arbustivas que a partir de los 2-3 años después del disturbio son capaces de retoñar, a estas especies se les denomina **V** (vegetativo), es decir tienen la combinación de los atributos **V + D = D**. Este atributo se ve en un alto nivel en lugares donde los disturbios son casi inexistentes y es una estrategia de permanencia.

Capacidad de establecerse y crecer en comunidad. En este grupo se encuentran las especies **T** (tolerantes a la competencia), **I** (intolerantes a la competencia), **R** (especies que requieren condiciones especiales para establecerse). Estas especies al presentar características combinadas con los primeros atributos se pueden clasificar en: **ΔT** (no afectadas + dispersión + tolerantes), **ΔI** (no afectadas + dispersión + intolerantes), **V (+ D)T** (vegetativas + dispersión + tolerantes), **DT** (dispersión + tolerantes), **DI** (dispersión + intolerantes), **DR** (dispersión + condiciones especiales).

Finalmente el patrón regeneración-sucesión está dado por las siguientes combinaciones:

- Las especies pioneras están denominadas por **ΔT + DI**.
- El segundo estrato está dado por especies arbustivas denominadas **V (+ D)T**.
- Las especies que aparecen de acuerdo con el desarrollo del ecosistema **DT, DI, DR**.
- Finalmente, cuando el ecosistema está entrando en la etapa final de recuperación algunas especies disminuyen o desaparecen tal es el caso de **DI, DR**.

2.5. Marco legal

2.5.1. Constitución de la República del Ecuador

Siendo Ecuador pionero en reconocer los Derechos de la Naturaleza, en la Constitución de la República del Ecuador (2008) sobre conservación de biodiversidad el *Art. 14* y el *Art. 73* contemplan que el Estado tiene la obligación de prevenir y limitar actividades que puedan producir daños a corto, mediano o largo plazo de forma permanente sobre los ecosistemas o las especies que en él habitan, es decir las zonas degradadas deben ser recuperadas y conservadas. En cuanto a la protección de la biodiversidad, el *Art. 397* y *Art. 406* mencionan que el Estado como ente máximo regulador deberá controlar el buen uso y manejo de los

recursos naturales de los ecosistemas considerados como frágiles (páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros) de todo el territorio, así mismo es responsable de la ejecución de estrategias que permitan la prevención y control de la contaminación, restauración de paisajes y ecosistemas.

2.5.2. *Código Orgánico del Ambiente*

El Código Orgánico del Ambiente (Codigo Organico Del Ambiente, 2017), fue publicado en el Registro Oficial 983 del 12 de abril, con una modificación al siguiente año el 21 de agosto de 2018. Con esta ley se derogaron los siguientes cuerpos legales: Ley de Gestión Ambiental; Ley para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, Ley forestal. Se considerará el *Art. 17* que promueve la colaboración de las entidades públicas o privadas con el fin de recabar datos técnico-científicos actualizados sobre la biodiversidad, esta información aportará a los *Art. 100* y *Art. 101* que determinan que para la protección de los páramos los Gobiernos Autónomos deberán generar planes, programas y proyectos de acuerdo a las características ecosistémicas, ecológicas, biológicas; es decir el trabajar de la mano la academia y las instituciones tanto estatales como privadas permiten generar un desarrollo sostenible en cuanto al aprovechamiento, conservación y conocimiento de los ecosistemas presentes en el país.

2.5.3. *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*

Este plan fue creado por la Secretaría Nacional de Planificación (2021), como una articulación entre las investigaciones, planes y proyectos con los Ejes y Objetivos contenidos en este documento. Esta investigación se articula con el *Eje Transición Ecológica*, bajo las políticas *11.1* y *11.2* que promueven la protección, conservación, restauración y recuperación de los ecosistemas, fortaleciendo el manejo sostenible de las áreas de conservación y promoviendo la implementación de programas de incremento de cobertura vegetal nativa.

2.5.4. *Ordenanza Bi-Cantonal para la Protección y la Conservación de la Zona de Mojanda*

La zona de Mojanda al encontrarse en los límites del Cantón Pedro Moncayo (Pichincha) y el Cantón Otavalo (Imbabura), y por ser considerada un área natural importante, se crea el Área de Conservación y Uso Sustentable “Mojanda” (Ordenanza Bicantonal 022-2019 Para La Creación Del Área de Conservación y Uso Sustentable “Mojanda,” 2019), por medio de la Ordenanza Municipal 022-2019(Ordenanza Bicantonal 022-2019 Para La Creación Del Área de Conservación y Uso Sustentable “Mojanda,” 2019); donde se menciona que a partir de los 3200 m.s.n.m. está totalmente prohibido la realización de actividades que puedan causar alteración o daño en el patrimonio, como son: apertura de vías, senderos e introducción de especies exóticas. Esta ordenanza permitirá la implementación de prácticas de conservación, uso y manejo sustentable de los ecosistemas que allí se encuentren.

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

El páramo de Mojanda-Cajas está ubicado entre las provincias de Pichincha e Imbabura en los cantones de Otavalo y Pedro Moncayo (Figura 1), cuenta con una superficie total de 25 000 ha con una altitud que va desde los 2500 m.s.n.m. hasta los 4260 m.s.n.m. (Echeverría y López, 2013; Calderón, 2018).

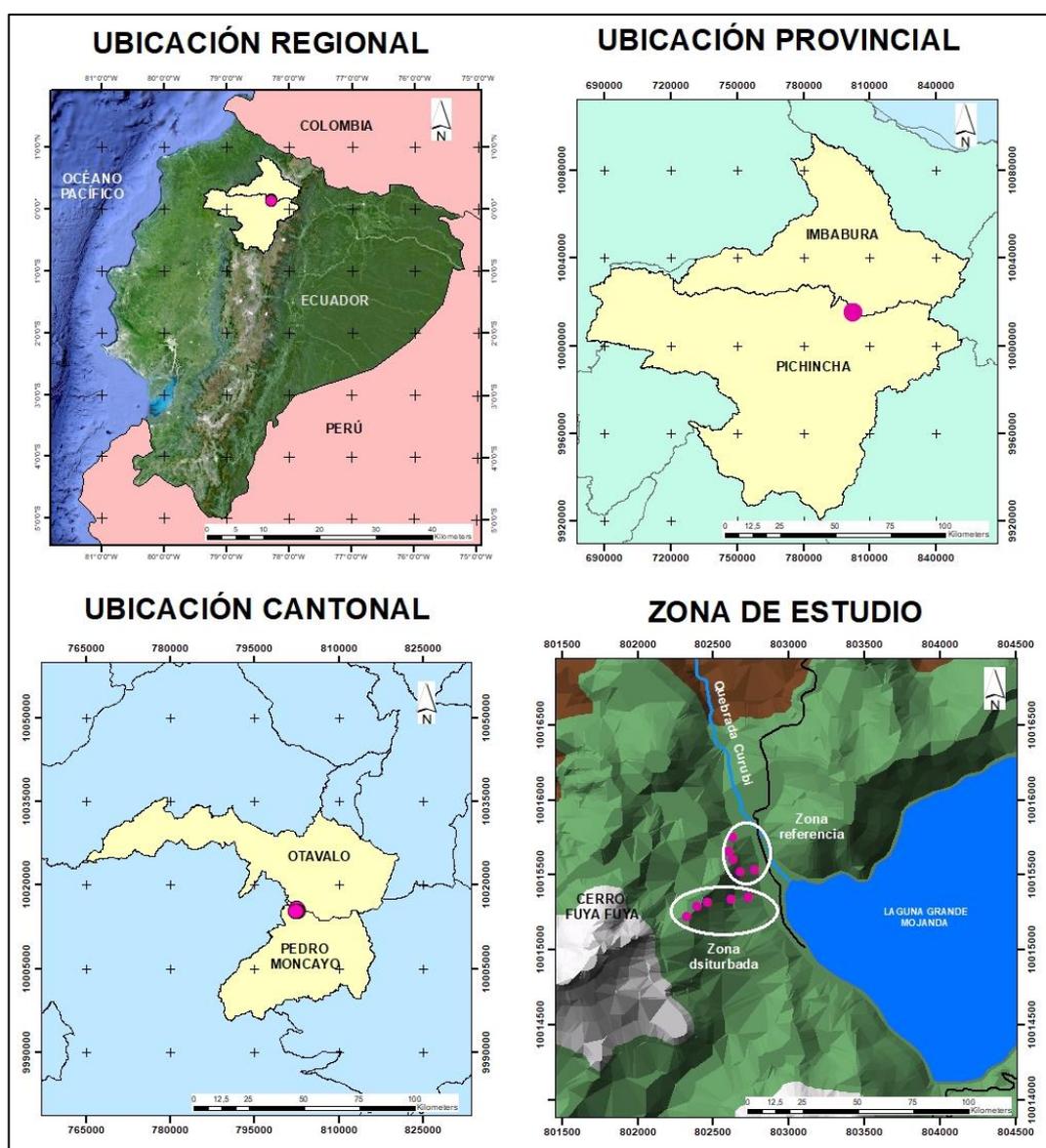


Figura 1. Mapa de ubicación del páramo Mojanda-Cajas

La zona de Mojanda, según el Sistema de Clasificación de ecosistemas del Ecuador Continental (2012), se encuentra como parte del sector páramo; presenta dos tipos de vegetación: una formación vegetal denominada “bosque siempre verde montano alto”, tiene una variación altitudinal de 3200 hasta 3900-4100 m.s.n.m. este tipo de vegetación se encuentra altamente amenazada ya que es transformado para agricultura, pastoreo, su vulnerabilidad es muy alta ya que acarrea la extinción de especies locales; y otra; denominada “herbazal lacustre montano alto”, con una cobertura vegetal de tipo herbácea, tiene una altitud que va desde los 3300 hasta los 4500 m.s.n.m. A este tipo de vegetación, también se la conoce como humedales.

En cuanto a la precipitación, presenta dos épocas definidas; la época de estiaje comprende los meses desde junio hasta septiembre y la época de alta precipitación comprende en dos periodos: el primero va desde el mes de octubre hasta diciembre y el segundo periodo desde febrero hasta abril. Existen dos zonas bien definidas: zonas alejadas muy poco intervenidas, ya que presentan difícil acceso y tienen mayor rango altitudinal, aquí se puede divisar alta concentración de vegetación arbustiva, pajonales y almohadillas y la zona de la “laguna Grande” tiene un alto índice de intervenciones antrópicas (Figura 2), dado que es un lugar altamente turístico, en donde se desarrollan actividades de comercio, caminatas, ascensiones, camping, avistamiento de fauna, entre otros (Echeverría y López, 2013; Calderón, 2018).



Figura 2. Zona de turismo "Caricocha"

El páramo de Mojanda en los últimos diez años ha tenido un registro de incendios muy alto. De acuerdo a Calderón (2018), en el año 2014 se registró un incendio en el páramo de Mojanda límites de las provincias de Otavalo y Pichincha con una extensión de 1096 ha; Ruiz (2017) menciona que en el año 2016 se produjo un incendio en el Cerro Mojandita; y finalmente en el año 2020 se registró uno de los incendios más grandes, donde se afectó una gran área en las dos provincias. Ramsay y Oxley (1996), mencionan que las quemadas en los páramos del Ecuador se dan en un rango de diferencia aproximado que va desde los 2 años a los 4 años.

Los informes de Situación–Incendios Forestales 009 (2020) emitido el 13 de agosto y el Informe de Situación–Incendios Forestales 021 (2020) emitido el 28 de agosto, muestran que los incendios forestales de Nivel 3 en la provincia de Imbabura han destruido un total de 404.63 Ha. En referencia al incendio provocado en Mojanda-Cajas, y bajo los parámetros de caracterización de un disturbio propuesta por Aguirre (2013), esta afectación es considerada de origen antrópico, de dimensión espacial grande ya que abarca un área mayor a 10 hectáreas, por su magnitud es mediano y por la dimensión temporal es abrupto. Sin embargo, este fenómeno no es recurrente, dado que no se produce periódicamente.

El Ministerio del Ambiente y Agua (2020), señala que este incendio ocasionó pérdida de áreas de cobertura de pajonales y vegetación arbustiva nativa, específicamente especies como *Vaccinium floribundum* Kunth (mortiño), *Coriaria ruscifolia* L. (shanshi), *Baccharis latifolia* Pers. (Chilca), *Hesperomeles obtusifolia* (Pers.) Lindl. (Cerote), *Cavendishia bracteata* (Ruiz y Pav. ex J.St.-Hil.) Hoerold (sagalitas), *Laurus nobilis* Cav. (Laurel), *Oreopanax ecuadorensis* Seem. (Pumamaqui), *Cortaderia nitida* Pilg. (Sigse), *Rubus glaucus* Benth. (Mora), *Bomarea multiflora* Mirb. (Bromelias) e *Hypericum laricifolium* Juss. (Romerillo de páramo). En cuanto a fauna se reportó que han sido alterados nichos ecológicos de especies como: *Sylvilagus andinus* (conejos), *Lycalopex culpaeus reissii* (zorros), entre otras especies.

3.2. Métodos

La metodología que fue aplicada para el levantamiento de la cobertura vegetal en la zona disturbada y zona referencia se detalla a continuación.

3.2.1. Puntos de muestreo e instalación de cuadrantes

Para realizar el inventario florístico en la dos zonas de estudio, se seleccionó previamente con salidas de campo los sitios de muestreo estratégicos que cumplan con requisitos como: fácil accesibilidad para la recolección de información y la colocación de las estacas que servirán de límites, de igual forma, áreas conservadas que permitan detallar la mayor cantidad de especies que habitan en el sitio.

Se instalaron cinco cuadrantes o unidades de muestreo con un área de 100 m^2 ($10 \times 10\text{ m}$) cada uno (Figura 3), esta metodología es recomendada por Rangel-Ch y Velásquez (1997), ya que mencionan que en las zonas de páramo deben tener un área de alrededor de 16 m^2 hasta los 100 m^2 para pajonales. Según Villareal (2004), la aplicación de unidades de muestreo permite la medición de la diversidad y la priorización de zonas para conservación.

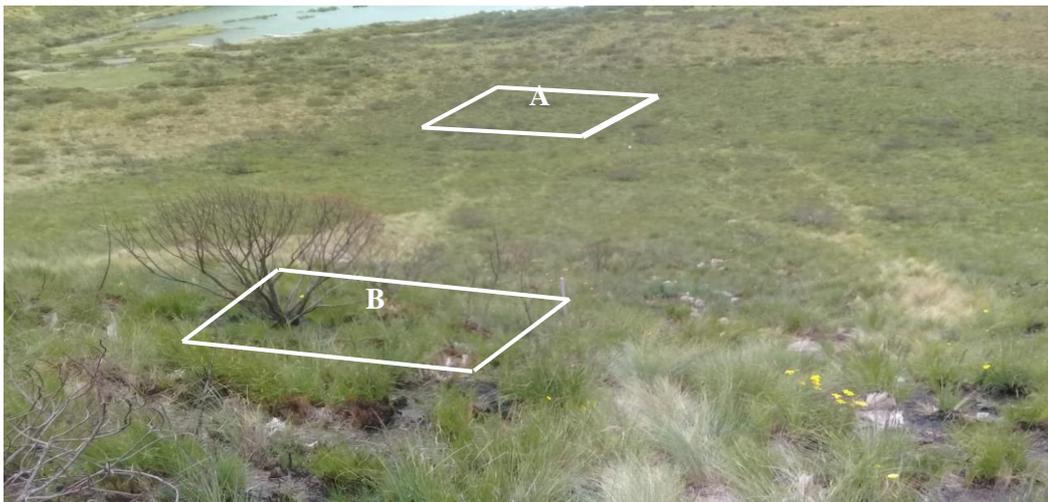


Figura 3. Instalación de cuadrantes

3.2.2. *Inventario de especies vegetales*

En cada unidad de muestreo se registraron las especies por medio de observación directa y registros fotográficos, exceptuando los individuos que se encontraron en los límites. El registro de las especies se realizó mediante la aplicación de una ficha de campo elaborada de acuerdo con la necesidad de obtención de datos para la investigación (ANEXO 1).

Para la identificación taxonómica se empleó las siguientes guías digitales: Guía de plantas útiles del páramo de Zuleta (2009), Guía de plantas de la Reserva Ecológica El Ángel (2014), Plantas llamativas de El Ángel, del páramo del Cajas (Minga *et al.*, 2016), Flora del páramo del Parque Ecológico Matarredonda-Colombia (2016), Plantas comunes del mega sendero laguna de Cuicocha (2017), Guía de plantas de la reserva Ecológica del páramo del Parque Nacional Cotopaxi (2019), Guía de plantas del Área de Conservación Histórica Alto Pita (2019), Plantas comunes en un mosaico de páramo del Bosque Protector El Hondón (2021), así como también guías de plantas de ribera tales como: Guía de plantas nativas de la microcuenca del Río San Francisco-Azuay (2014), Plantas de las quebradas de Quito: Guía práctica de identificación de plantas de Ribera (2016), además se empleó otros medios digitales para la identificación.

3.2.3. *Diversidad florística y análisis de datos*

Dentro de los cuadrantes se registró a cada una de las especies, en el caso de la zona de disturbio, se incluyó en cada uno de los monitoreos el número de individuos durante un lapso de tiempo de cuatro meses. Con estos registros se calculó la densidad, frecuencia, riqueza, dominancia, cobertura, IVI y finalmente similitud/disimilitud entre las dos zonas de estudio mediante la aplicación de índices como: índice de Shannon-Wiener, índice de Margalef, índice de dominancia de Simpson e índice de similaridad de Jaccard, de la siguiente manera:

1. Densidad absoluta (D)

Este parámetro, permitió determinar la abundancia por unidad de superficie, es decir es la relación que existe entre el número de individuos muestreados y el área total muestreada (Martella *et al.*, 2016). Fue calculado mediante la ecuación 1 de la siguiente manera:

$$D = \frac{N}{T} \quad (1)$$

Donde:

D: densidad absoluta expresada en números de individuos por metro cuadrado

N: número total de individuos por especie

T: total del área muestreada

2. Densidad relativa (DR)

Permitió obtener el número de apariciones que tuvieron los individuos de una determinada especie dentro de cada unidad de área en forma porcentual (Bautista-Zúñiga *et al.*, 2011), aplicando la ecuación 2.

$$DR = \frac{N_e}{NT} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

DR: densidad relativa expresada en porcentaje

Ne: número total de individuos por especie

NT: número total de individuos

3. Frecuencia relativa (Fr)

Mediante este parámetro se pudo evaluar la relación entre el número de parcelas en las que se encontró presente una especie y la sumatoria total de las frecuencias o

apariciones de todas las especies inventariadas (Maldonado *et al.*, 2018). Tal como se muestra en la ecuación 3.

$$Fr = \frac{Npe}{Tf} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

Fr: frecuencia relativa expresada en porcentaje

Npe: número de parcelas en la que se encuentra la especie

Tf: suma total de las frecuencias de todas las especies

El cálculo de estos datos permitió tener la base para la aplicación de índices con los que se determinó la diversidad alfa, beta y el estado de sucesión en la zona del disturbio, así como también la diversidad que presentaron las dos zonas de estudio.

3.2.4. *Diversidad alfa*

Se basó en el cálculo de dos parámetros tales como: riqueza específica y diversidad. Cueva, Lozano y Yaguana (2019) indican que para medir la riqueza de un ecosistema se debe emplear diversos índices incluyendo además el estudio del valor de importancia.

1. Índice de valor de importancia (IVI)

El cálculo de este parámetro permitió determinar la importancia ecológica tomando en cuenta la dominancia que tiene una especie dentro de su entorno. Del mismo modo, con este índice se pudo establecer la estructura que presentó el ecosistema (Villarreal *et al.*, 2004). Se obtiene aplicando la ecuación 4.

$$IVI = DmR + AbR + FR \quad (4)$$

Donde:

IVI.: índice de valor de importancia expresado en porcentaje

DmR: dominancia relativa

AbR: abundancia relativa

FR: frecuencia relativa

Para la interpretación de los valores obtenidos en el IVI, se aplicó la Tabla 1.

Tabla 1. Interpretación de diversidad por familia y especie

IVI	Valor ponderado	Calificación
0-101%	1.67	Poco importante (PI)
102-225%	3.33	Importante (I)
226-300%	5	Muy importante ecológicamente (MIE)

Fuente: Interpretación dada por Aguirre (2013)

2. Curva de acumulación de especies

Permitió determinar la validez del muestreo y los valores de riqueza de las especies. Para este estudio se tomó en cuenta el modelo lineal logarítmico, mismo que está basado en la probabilidad de que al aumentar el número de estaciones de muestreo disminuye el registro de nuevas especies, es decir que este método permitió registrar todas las especies encontradas (Villarreal et al., 2004).

Una vez que fueron obtenidos los valores de riqueza, se empleó el Índice de equidad de Shannon-Wiener y el índice de Dominancia de Simpson para determinar la estructura de los dos ecosistemas

3. Índice de equidad de Shannon-Wiener

Es uno de los más empleados en investigaciones sobre diversidad. Permitió determinar el nivel de variabilidad que presentó el ecosistema disturbado. Para la interpretación de los valores obtenidos, se tomó en cuenta la interpretación dada por Aguirre (2013), donde señala rangos que van de 1 a 5, siendo 1 baja diversidad y valores sobre 3 muestran alta diversidad. Para su cálculo se empleó la ecuación 5

en el software Microsoft Excel, resultados que fueron corroborados en el software EstimateS 9.1.0

$$H = - \sum_{i=1}^{\delta} (P_i)(\ln P_i) \quad (5)$$

Donde:

H: Índice de la diversidad de la especie de Shannon

S: Número de especie

Pi: proporción de la muestra a la especie i

ln: logaritmo natural

Tabla 2. Interpretación Índice de Shannon-Wiener

Rangos	Interpretación
0 - 1	Diversidad baja
1,1 – 5,0	Diversidad media
Mayor a 5,0	Diversidad alta

Fuente: Interpretación dada por Aguirre (2013)

4. Índice de dominancia de Simpson

Este índice se da a partir del índice de Shannon-Wiener, muestra una interpretación de la dominancia de cada individuo a partir de las abundancias con rangos entre 0 y valores mayores a 0,67 representados en la Tabla 3.

Tabla 3. Interpretación de diversidad

Valores	Significancia	
0 - 0,33	Homogéneo en abundancia	Diversidad baja
0,34 – 0,66	Ligeramente heterogéneo en abundancia	Diversidad media
> 0,67	Heterogéneo en abundancia	Diversidad alta

Fuente: Interpretación dada por Aguirre (2013)

3.2.5. Diversidad beta

Fue empleada para medir el nivel de afectación que tiene el ecosistema a causa del incendio, en comparación con el ecosistema referencia y el disturbado.

1. Índice de Similitud de Jaccard

Este índice se aplicó con la finalidad de obtener el nivel de semejanza que existe en las dos zonas de estudio con base en el número de las especies comunes encontradas y el número total de especies. La importancia de obtener estas similitudes en la vegetación permitió determinar las potencialidades que cada una de las especies presenta en función de la disponibilidad de recursos que tienen, de acuerdo a condiciones ambientales como clima, disponibilidad de agua, temperatura, tipo de suelo, disponibilidad de luz, entre otros (Hammer et al., 2001; Coronel, 2017). Para su cálculo se empleó la ecuación 6.

$$Ij = \frac{c}{a+b+c} * 100 \quad (6)$$

Donde:

a: número total de individuos en el sitio A

b: número total de individuos en el sitio B

c: número de especies compartida entre los dos sitios

La interpretación del índice de similitud se da de acuerdo a Aguirre (2013) en la Tabla 4.

Tabla 4. Rango de similitud en porcentaje

Significancia	Rango %	Interpretación
No parecidos	0 a 33	Disimiles o diferentes florísticamente
Medianamente parecidos	34 a 66	Medianamente disimiles florísticamente
Muy parecidos	67 a 100	Similares florísticamente

Fuente: Interpretación dada por Aguirre (2013)

3.2.6. *Determinación del estado de sucesión de la vegetación en el área afectada por el incendio en el páramo de Mojanda.*

Una vez identificadas las especies vegetales en la de la zona de disturbio empleando la evaluación ecológica rápida (EER) que permite la recolección de información, análisis, verificación de datos y finalmente la generación de resultados de forma rápida y sencilla, se realizó la caracterización del disturbio, para lo cual se tomó en cuenta los parámetros descritos en la Tabla 5.

Tabla 5. Parámetros para la caracterización de un disturbio

Parámetro	Clasificación	Valor
Por su factor de origen	Natural	-
	Antrópico	-
	Natural y Antrópica	-
Por la dimensión espacial	Grandes	Mayor a 10 ha
	Medianos	Entre 1 y 10 ha
	Pequeños	Menor a 1 ha
Por su magnitud	Graves	Minería a cielo abierto
	Medianos	Incendio forestal
	Leves	Cacería
Por la dimensión temporal	Abruptos	Incendio forestal
	Graduales	Erosión laminar

Fuente: Modificado de Simula y Mansur (2011); Aguirre (2013)

Para determinar el estado de sucesión, se empleó la metodología empleada por Vargas-Ríos (2000), de *Patrones y mecanismos de sucesión-regeneración* por medio de atributos de cada una de las especies que fueron registradas, tal como se muestra en el Anexo 3.

3.2.7. *Generación de una propuesta de restauración ecológica para la zona de disturbio Mojanda-Cajas*

Para la generación de la propuesta de restauración, la investigación se apoya en la matriz de F.O.D.A. con el fin de determinar las estrategias más aplicables a esta zona. La selección de especies indicadoras propuestas por Cuesta *et al.* (2015), se determinan por supervivencia y competición entre especies, invasión, contaminación, entre otras. Ocampo (2019), menciona con la aplicación del “Modelo transicional de restauración ecológica en Bosque Altoandino” permite el control de las especies invasoras y finalmente se debe realizar la recuperación del suelo para que las especies nativas puedan desarrollarse. Males y Sandoval (2019), en el estudio de estrategias de restauración realizado en el páramo de frailejones de Chalpatán-Carchi determinaron que la introducción de especies nativas como *Polylepis incana*, *Hypericum laricifolium*, con el traslado de parches de vegetación *Hypericum empetrifolium*, permiten obtener una recuperación adecuada en los páramos.

Se debe citar como lineamientos de conservación, las políticas descritas en el “Proyecto Estrategia Regional de Biodiversidad para los países del Trópico Andino”, tal es el caso de la Política II que dice: “*Es política nacional del Estado Ecuatoriano propender a la conservación de la vida silvestre mediante la protección, restauración y utilización sostenible, justa y equitativa de sus genes, especies, poblaciones, hábitats y ecosistemas*”. Bajo este lineamiento y tomando en cuenta las especies en peligro descritas por el Ministerio de Ambiente, se planteará planes que ayuden a la conservación de especies endémicas. Al mismo tiempo, para el cumplimiento de este objetivo, de la metodología planteada por Vargas y Velasco (2011), se tomará en cuenta la selección de los sitios potenciales a ser restaurados, identificación de plantas para la restauración y finalmente el diseño de estrategias para la restauración ecológica, mediante el planteamiento de los objetivos y metas de la restauración.

3.3. Materiales y equipos

Esta investigación, se basa en observaciones directas y recolección de unidades muestrales, los materiales y equipos se detallan a continuación:

Tabla 6. Materiales y equipos

Materiales	Equipos	Software
Hojas de inventario	Cámara de fotos	ArcGis 10.2
Cuerdas	GPS	PAST 4.03
40 estacas de 70 cm	Computador	EstimateS 9.1.0
Flexómetro	Impresora	
Libros de flora para identificación de especies		
Documentos digitales para identificación de especies		

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo, se detallará los resultados obtenidos y su valoración por medio de su discusión.

4.1. Determinación del estado de sucesión de la vegetación en la zona afectada por el incendio en el páramo de Mojanda

La sucesión se inicia con la colonización de especies pioneras invasoras que permiten la llegada de otras, además de la regeneración de algunos remanentes de vegetación que han podido sobrevivir al fuego. El estado de regeneración a partir del incendio se puede apreciar con el cambio de coloración de la vegetación (Anexo 3).

4.1.1. Validación del muestreo

Con los datos obtenidos en el programa EstimateS 9.1.0, se determinó una eficiencia del 89,74 % en el muestreo, la curva de rarefracción de validación determinó que las especies florísticas inventariadas se encuentran dentro de los rangos esperados, es decir presentan valores superiores al 80% (Figura 4).

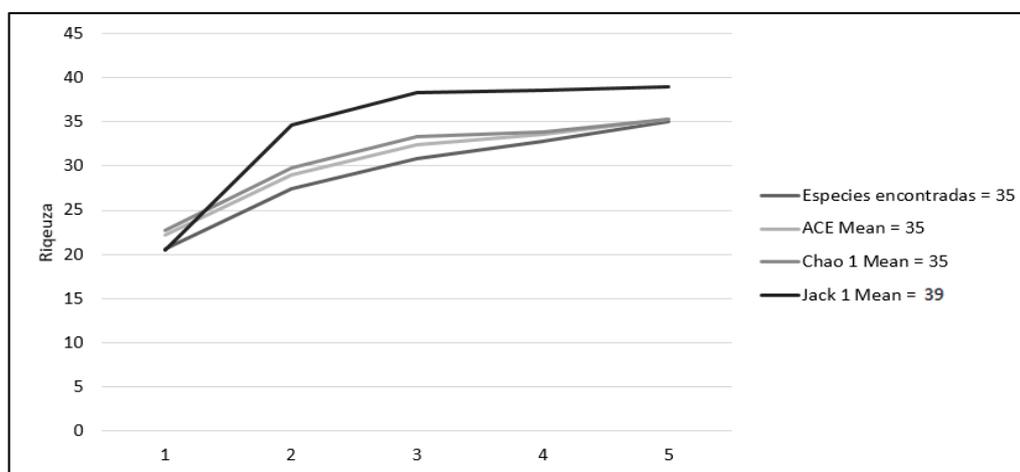


Figura 4. Curva de validación de muestreo

4.1.2. Composición florística

La vegetación de la zona disturbada (incendio) presenta formaciones herbazales perennes, con un total de 2171 individuos registrados distribuidos en 19 familias, 28 géneros y 35 especies (Anexo 2). Las familias registradas con más especies fueron Asteraceae (12), Rosaceae (2), Gentianaceae (2), Poaceae (2) y Ranunculaceae (2). En cuanto a cobertura *Calamagrostis intermedia* Steud., tiene una alta presencia en el 100% de las parcelas. Esta especie registró una rápida regeneración y abundancia, por lo tanto es denominada como dominante en esta zona, ya que desde el primer monitoreo presentó un valor de 1790 individuos que representa el 56,52%, hasta alcanzar en el último monitoreo una abundancia de 3500 individuos con un valor de 39,58% (Figura 5).

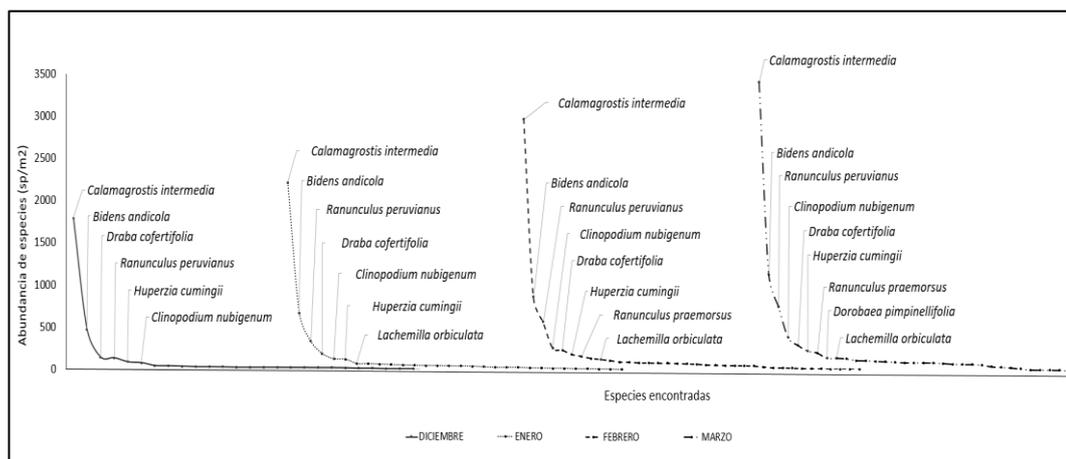


Figura 5. Curva de rango abundancia de las especies de la zona disturbada

Según Vargas-Ríos (2000), la cobertura gramínea tipo macolla es muy característica dentro del primer año después de haberse producido un incendio, ya que tienen una alta capacidad de regeneración relacionada con el sistema de raíces que presentan y la fácil propagación de semillas. Caranqui, Lozano y Reyes (2016), en un estudio similar de levantamiento florístico en el páramo de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, afirman que esta especie es el elemento principal en páramos con formaciones herbáceas, además de que su dominancia influye directamente en los índices bajos de diversidad que presentan estos tipos de

cobertura. Además, mencionan que la presencia de la especie *Lupinus pubescens* Benth., es muy frecuente en los páramos quemados o en páramos pastoreados.

En el último monitoreo, otras especies herbáceas aumentaron su abundancia, tales como: *Clinopodium nubigenum* (Kunth) Kuntze con 412 individuos (4,66%), *Ranunculus peruvianus* Pers. con 785 individuos (8,88%) y finalmente la especie *Bidens andicola* Kunth con 1175 individuos (13,29%). Estos datos son similares a los obtenidos en el Cerro Atacazo por Ramírez (2020), donde se muestra que la mayor abundancia está dada por *Calamagrostis intermedia* Steud., con un valor del 72% al inicio del muestreo, este porcentaje disminuyó hasta llegar al 61,2% acompañado del aumento de otras especies pero con valores porcentuales menores al 6%, lo que se considera que es el reflejo de que estas especies tienen muy baja la capacidad de regeneración después de un incendio.

4.1.3. Estado de sucesión

La metodología empleada por Vargas (2000), para clasificar a las especies del páramo a partir de los atributos vitales, permitió obtener el siguiente orden y clasificación: los géneros *Eryngium*, *Bidens*, *Senecio*, *Hypochaeris*, *Dorobaea*, *Baccharis*, *Gentiana*, *Halenia*, *Geranium*, *Orthrosanthus*, *Huperzia*, *Castilleja*, *Calamagrostis*, *Plantago*, *Rumex*, *Ranunculus* y *Lachemilla* se encuentran dentro de la clasificación herbácea con una denominación **Δ** ya que estas especies son las primeras en producir nuevos retoños, su floración se da entre los 3 y 4 meses después del incendio. Dentro del estrado herbazal de páramo el género *Calamagrostis* es el primero en producir inflorescencias de modo abundante ya que tiene un nivel alto de inmunidad al fuego por su estructura. Los géneros arbustivos son *Baccharis*, *Disterigma*, *Lupinus*, *Clinopodium*, *Hypericum* y *Valeriana* se encuentran dentro de la denominación **V(+D)T** (Anexo 3).

Con base en estos datos se determinó que la sucesión empieza con las especies herbáceas perennes *Calamagrostis intermedia* Steud. y *Geranium stramineum* Triana & Planch, siendo estas las más representativas, ya que presentan una mayor

dominancia. En los primeros cuatro meses después del incendio, se pudo observar una notable colonización de géneros: *Bidens*, *Dorobaea*, *Lupinus*, *Senecio*, *Geranium*, *Calamagrostis*, *Lachemilla* y *Valeriana*. Algunas hierbas al inicio de la sucesión crecen extendiendo sus tallos sobre el suelo como los géneros *Rumex*, especie considerada como pionera por su fácil adaptabilidad, dado que alcanzan una cobertura de hasta el 80%, pero que con el transcurso del tiempo tiende a disminuir notablemente.

Estos resultados, define al ecosistema en la primera fase de sucesión, ya que un indicador de esta fase es la presencia de abundantes especies herbáceas y la ausencia de especies arbustivas y arbóreas. Tal como lo mencionan Sarmiento (2014) y Vargas (2000), que dentro del primer año después del incendio aparece la vegetación gramínoideas de tipo macolla (Graminacea, Cyperaceae y Xyridaceae), seguido de las rosetas acaules y los cojines que son inmunes al fuego y se consideran especies importantes en la sucesión secundaria, es decir cuando empiezan a formarse las primeras comunidades. Así mismo Cabrera y Ramírez (2014), identificaron que la presencia del género *Hypericum* es un indicador de que el páramo se encuentra en la primera fase de regeneración, debido a que tiene una alta facilidad de propagación de sus semillas y crecimiento rápido

4.2. Caracterización de la cobertura vegetal de la zona de referencia

El muestreo fue validado mediante la aplicación del software EstimateS 9.1.0, se determinó que existe una eficiencia del 92,39 (Figura 6).

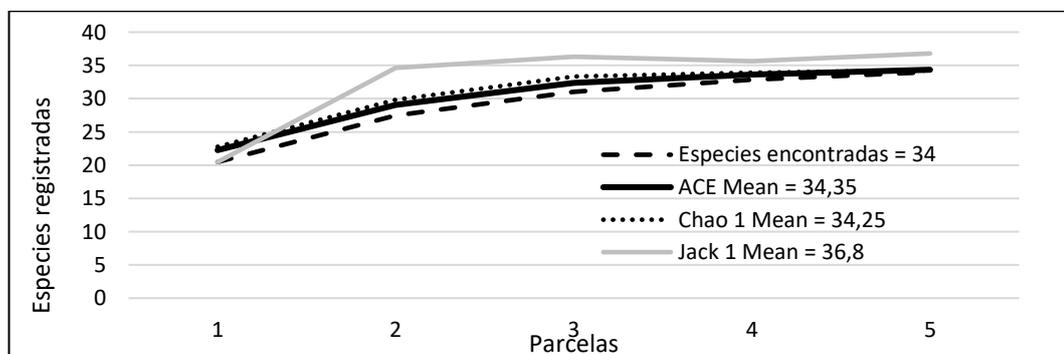


Figura 6. Curva de validación del muestreo

4.2.1. Composición florística

Se encontraron 17 familias, 32 géneros y 34 especies. Las familias más representativas son Asteraceae (10 especies), Poaceae (2 especies) y Ranunculaceae (2 especies), que se detallan en la Tabla 7. En cuanto a la cobertura total del área muestreada, la familia Poaceae acumula el 68.80 % en su mayoría con el género *Calamagrostis* (Anexo 2). Caranqui y Cuvi (1992), definen que la predominancia de este género es un indicador potencial de la intervención humana en el ecosistema. Este tipo de cobertura forma parte de la clasificación realizada por Sklenár y Balslev (2005), quienes mencionan que en Ecuador existen 18 sitios denominados como páramo y alto páramo donde predominan las familias Asteraceae y Poaceae, con géneros muy comunes como son: *Lachemilla*, *Gentianella*, *Valeriana*, *Calamagrostis* y *Draba*.

Fernández, Freire, Palacios y Peñafiel (2016), afirman que la presencia de los géneros como *Baccharis*, *Gynoxys*, *Brachyotum*, *Escallonia*, *Hesperomeles*, *Miconia*, *Buddleja*, *Monnina* e *Hypericum* caracterizan a zonas conservadas, zonas con poca corriente de aire o zonas escarpadas. Se evidenció además en la zona baja la presencia de algunos géneros herbazales de las familias Ranunculaceae y Fabaceae, que, de acuerdo a Ibarra y Yetano (2017), clasifican a la zona como herbazal montano alto superior de páramo. Al mismo tiempo, Calva, Ortiz, Calapucha, Chango y Pallo (2020), describen a este tipo de zonas como ecosistemas con un alto índice de endemismo, gracias a su ubicación, aislamiento geográfico y condiciones climáticas.

Tabla 7. Listado de especies

Familia	Nombre científico	Nombre común
Alstroeneriaceae	<i>Bomarea multiflora</i> (L.f.) Mirb.	Zarcilla, bromelia de páramo
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> Cav.	Cardón santo
	<i>Bidens andicola</i> Kunth	Ñachi, ñagchi
Asteraceae	<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	Kana yuyo
	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	Purujillo

	<i>Senecio formosus</i> Kunth	Árnica morada
	<i>Hypochaeris sonchoides</i> Kunth	Chicoria blanca
	<i>Dorobaea pimpinellifolia</i> (Kunt) B. Nord.	Girasol de páramo
	<i>Baccharis vaccinioides</i> Kunth	Escobilla, hierbas del carbonero
	<i>Senecio chionogeton</i> Weed.	Arquitectura
	<i>Baccharis buxifolia</i> (Lam.) Pers.	Árbol de chocolate
	<i>Oreobulus goeppingeri</i> (Suess.)	Cebolla silvestre
Cyperaceae	<i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth	Quinquina
	<i>Rhynchospora macrochaeta</i> (Steud. ex Boeckeler) J.F.Macbr.	Cortadera de páramo
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.	Uva de monte, mortiño
	<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude	Mortiño blanco
Fabaceae	<i>Vicia andicola</i> Kunth.	Arvejilla de páramo
	<i>Lupinus pubescens</i> Benth.	Sacha chocho
Gentianaceae	<i>Hatenia weddelliana</i> Glig.	Cacho de venado
	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth.	Genciana
Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	Romerillo
Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	Sunfo
Lycopodiaceae	<i>Huperzia cumingii</i> (Nessel) Holub	Rabo de mono
Orobanchaceae	<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.	Baraza de páramo
Plantaginaceae	<i>Plantago rigida</i> Kunth.	Colchón de agua
	<i>Cortaderia nitida</i> (Kunth.) Pilg.	Sigse, carrizo
Poaceae	<i>Draba cornfertifolia</i> Turcz	Suro
	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	Paja
Polygalanaceae	<i>Monina crassifolia</i> (Bonpl.)	Igualán
Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth. Ex DC.	Planta de sapo
	<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	Platanillo
Rosaceae	<i>Polypelis incana</i> Kunth	Árbol de papel, yagual
	<i>Lachemilla orbiculata</i> (Ruiz & Pav.) Rydb.	Oreja de ratón
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunt	Valeriana

4.2.2. Índice de Valor de Importancia

En el estrato arbóreo se registró únicamente *Polylepis incana*, con un valor IVI de 3,42% en relación a todos los individuos registrados. Aguirre *et al.* (2014), indican que esta especie cuenta con una alta adaptación a las condiciones extremas del ecosistema páramo, por tal razón es considerada como la opción principal dentro de los procesos de restauración. Así lo demuestra Noboa (2020), que en tendencias de crecimiento logra alcanzar un desarrollo en altitud progresivo y constante, siendo dominante dentro del tipo de vegetación arbórea en los páramos andinos ya que es una especie pionera con competencia limitada o nula. Bajo condiciones extremas la supervivencia de esta especie está dada alrededor del 94%.

Para el estrato arbustivo, las especies más representativas fueron *Castilleja fissifolia* con un valor IVI de 4,78%, *Valeriana microphylla* con el 4,32%, *Lupinus pubescens* con el 3,77%, *Monnina crassifolia* con el 3,56% y finalmente *Gynoxys miniphylla* con el 3,42%, estos valores son relativamente bajos debido a que son arbustos enanos y su recuperación es lenta en comparación con las especies herbáceas (Figura 8, Anexo 5), sin embargo mediante la interpretación que da Aguirre (2013), se les reconoce como especies importantes en el ecosistema. Sarango *et al.* (2019), describe al género *Gynoxys* como una especie que crece en grandes poblaciones, cubriendo la mayor parte de áreas alteradas ya que tiene una alta dispersión y propagación de las semillas. Males y Sandoval (2019), describen que las especies del género *Hypericum* se encuentran principalmente en las zonas perturbadas, por la facilidad de propagación que tiene sus semillas, además el aumento y dominancia de este género en procesos de sucesión son indicadores de que existe una fase secundaria avanzada.

En el área estudiada, las especies herbáceas encontradas en total fueron 24. En este estrato se encuentran representadas principalmente por *Calamagrostis intermedia* con un valor IVI de 102,21%, las especies *Draba confertifolia*, *Huperzia cumingii*, *Lachemilla orbiculata*, *Bidens andicola*, *Plantago rigida* y *Cortaderia nitida* que tienen valores superiores al 10%. Datos que coinciden con la descripción de Beltrán *et al.* (2009), quién detalla que en los páramos de pajonales la vegetación característica está constituida por géneros como *Festuca* y *Calamagrostis*

acompañadas siempre por rosetas y algunos parches de arbustos como *Displostephium*, *Hypericum* y *Pentacalia*, la ausencia evidente de estas especies es el resultado de alteraciones frecuentes. Esta autora, refiere que la combinación entre los géneros *Calamagrostis* y *Lachemilla* pertenece al sistema ecológico Pajonales Arbustivos Altimontanos Paramunos. Vistin *et al.* (2020), en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, también concuerda con la presencia de las especies *Calamagrostis intermedia* y *Lachemilla orbiculata* con los valores de IVI más altos como son 69,20% y 16,80% respectivamente, indicando estos valores que existe una alta presencia en el área de estudio.

4.3. Índice de diversidad alfa

El índice de Simpson demuestra que la zona referencia presenta mayor diversidad que la zona disturbada con un valor de 0,33. De acuerdo a la interpretación que presenta Aguirre (2013), se considera una zona con diversidad baja. Caranqui y Cuvi (1992), en el páramo del Siche, obtuvieron un índice de diversidad menor a 1.5. Estos autores, asumen que los valores relativamente bajos demuestran que la cobertura vegetal es producto del continuo cambio por acción antrópica. Caranqui *et al.* (2016), por su parte obtienen valores que van desde 0,16 hasta 0,79. Estos autores concuerdan que los bajos índices de diversidad en el ecosistema de páramos andinos está altamente influenciado por actividades antrópicas, siendo las familias Poaceae con la especie *Calamagrostis* intermedialas que prevalecen sobre otras, por su gran adaptabilidad para sobrevivir a alteraciones como el fuego. Vistin *et al.* (2020), reporta valores de 0,95 en el Herbazal de páramo en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, este valor es justificado por la presencia de especies raras (especies invasoras).

Tomando en cuenta la riqueza y abundancia para el Índice de Shannon-Wiener se obtuvo valores de 1,83 en el ecosistema referencia y 2,73 en el ecosistema disturbado, calificando a las dos zonas con una diversidad media. Sin embargo existen grandes diferencias en la cobertura vegetal, en la zona donde ocurrió el incendio es más alta la abundancia y riqueza dado que existen especies herbáceas

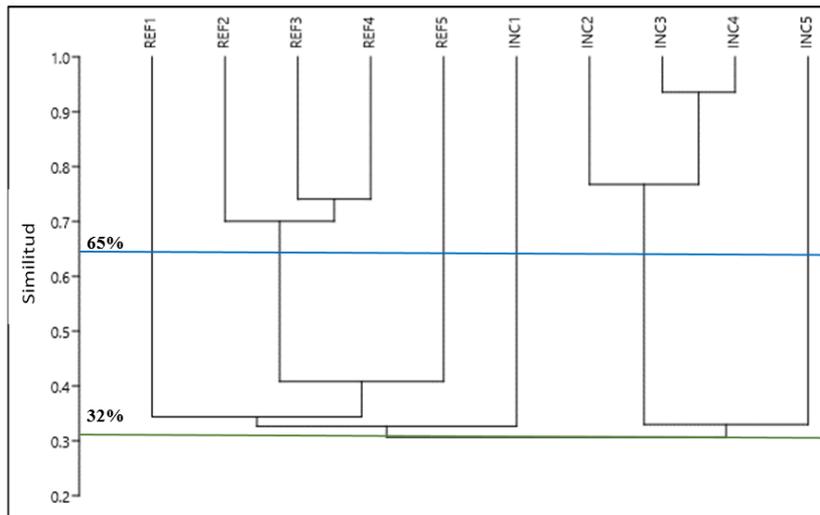
pioneras que al no encontrar limitaciones para su crecimiento y cobertura aumentan desmedidamente. Vistin *et al.* (2020), menciona que estas condiciones particulares de oportunismo está dado por factores como la intensidad del viento, pendiente, radiación, temperatura, entre otras. Se puede añadir además la interpretación de condiciones vitales que presentaron las especies en este sitio. Arellano *et al.* (2020), encontraron que a partir de los 3700 hasta aproximadamente los 3800 m.s.n.m. este índice muestra una diversidad media, corroborando los datos obtenidos (Tabla 8).

Tabla 8. Diversidad alfa

Índices de diversidad	Zona referencia	Zona disturbada
Taxa S (números de especies)	34	36
Individuals (número de individuos)	3271	2171
Dominance D (Índice de Simpson)	0,33	0,13
Simpson 1-D (Dominancia de Simpson)	0,67	0,87
Shannon H (Diversidad Taxa vs Individuals)	1,83	2,73

4.4. Índice de diversidad beta

Por medio del índice de Jaccard se obtuvo el 32% de similitud, entre las dos zonas estudiadas. Los seis núcleos que se formaron mantienen una similitud al 65% entre ellos, lo que permitió determinar que el 50% de las especies formaron parte de las diez parcelas.



Nota: REF.: nombre de las parcelas en la zona referencia; INC: nombre de las parcelas en la zona disturbada

Figura 7: Clúster del índice de Jaccard con los 10 puntos de muestreo

Los núcleos formados son los siguientes: REF1 tiene formaciones arbustivas de *Hypericum laricifolium*, *Polylepis incana* y *Gynoxys miniphylla*, debido a que se encuentran en la zona alta y tienen menor incidencia de cambios en su entorno; los puntos REF2, REF3 y REF4 contienen las especies herbáceas *Vicia andicola*, *Oreobulus goeppingeri*, *Rhynchospora macrochaeta*, *Cortaderia nitida*, vegetación caracterizada por estar presente en zonas con muy poca humedad; el punto REF5 abarca formaciones herbáceas y arbustivas tales como: *Hypochoeris sonchoides*, *Vaccinium floribundum*, *Bomarea multiflora*, *Gynoxys miniphylla*, *Gentiana sedifolia*, particulares en pisos altitudinales montanos altos.

La zona disturbada, en cambio está conformada por los núcleos INC1, que está formado en la mayor parte por la especie herbácea *Calamagrostis intermedia* (Figura 10), a pesar de que no fue descrita esta especie, su presencia abarca el 100% de las parcelas, los puntos INC2, INC3 y INC4 que presentan formaciones herbáceas de *Oreomyrrhis andicola*, *Baccharis genistelloides*, *Senecio canescens*, *Senecio josei*, *Geranium stramineum*, *Juncus effusus* y *Disterigma empetrifolium*, especies herbáceas ubicadas en la zona media donde las corrientes de viento son continuas facilitando el esparcimiento de semillas y finalmente el punto INC5 está

conformado por especies arbustivas como *Hieracium frigidum* y *Bomarea multiflora* que como se mencionó se encuentran en los pisos altitudinales altos.

Un estudio similar es el presentado por Caranqui, Lozano y Reyes (2016), donde determinó por medio del índice de Jaccard que en las nueve zonas de muestreo, ocho cuentan con la presencia de *Calamagrostis intermedia* con presencia dominante de las familias Poaceae, Asteraceae y Geraniaceae. Además, este autor menciona que los taxones encontrados en los páramos tienen adaptaciones para los disturbios provocados por incendios, ya que estas características fisiológicas y de adaptación permiten la pronta regeneración y repoblación, como ya se mencionó anteriormente. Sin embargo, las variaciones que se pudo observar, muestran que los disturbios por fuego alteran radicalmente la ecología de las comunidades vegetales, haciendo dos zonas de un mismo ecosistema extremadamente diferentes.

4.5. Propuesta de restauración ecológica en la zona del incendio

De acuerdo a la información digital obtenida de cobertura y uso de suelo por el Ministerio de Ambiente hasta el año 2018, Mojanda ha presentado grandes cambios de uso de suelo y cobertura vegetal, siendo el páramo la principal transformación vegetal con un total de 40%, mientras que las plantaciones forestales, zonas agrícolas y de pastoreo han aumentado en un 60% (Anexo 20). Durante esta investigación como consecuencia del incendio se evidenció problemas ambientales tales como: pérdida de cobertura vegetal arbustiva, pérdida de fauna, pastoreo, basura depositada en los pajonales, actividades turísticas fuera de las áreas designadas. Se realizó un análisis FODA para determinar las estrategias más aptas para esta zona (Tabla 10).

Tabla 9. Análisis FODA de la zona del incendio en el páramo de Mojanda.

Fortalezas	Oportunidades
Beneficios de los servicios ambientales de los páramos.	Recuperación de cobertura vegetal arbustiva. Restauración de ecosistemas.

Debilidades	Amenazas
Inadecuadas prácticas ambientales.	Sobrepastoreo.
Actividades turísticas fuera de las áreas designadas.	Incendios. Pérdida de cobertura vegetal.

Una vez establecidas las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, se procedió a realizar el cruce de variables para diseñar las estrategias.

Tabla 10. Matriz de estrategias

Criterios	Variables	Estrategias
Fortalezas vs Oportunidades	Beneficios de los servicios ambientales de los páramos.	Educación ambiental para la conservación de los páramos.
	Recuperación de cobertura vegetal arbustiva.	Propagación de comunidades vegetales.
	Restauración de ecosistemas.	
Fortalezas vs Amenazas	Beneficios de los servicios ambientales de los páramos.	Delimitación de zonas de conservación para la protección del páramo y de los servicios ambientales.
	Sobrepastoreo.	
	Pérdida de cobertura vegetal por incendios.	
Debilidades vs Amenazas	Inadecuadas prácticas ambientales.	Delimitación y señalización de espacios para actividades turísticas.
	Actividades turísticas fuera de las áreas designadas.	
	Sobrepastoreo. Pérdida de cobertura vegetal por incendios.	Educación ambiental comunitaria para promover la agroecología.
Debilidades vs Oportunidades	Inadecuadas prácticas ambientales.	
	Actividades turísticas fuera de las áreas designadas.	Campañas de siembra y apadrinamiento a especies nativas para recuperar la cobertura vegetal en zonas degradadas.
	Recuperación de cobertura vegetal arbustiva.	
	Recuperación de plantas nativas. Recuperación de ecosistemas.	

4.5.1. *Estrategia 1: Programa de educación ambiental*

El turismo en zonas de páramo beneficia a los habitantes de las comunidades aledañas, sin embargo, arrastra problemas ambientales si no existe control. Algunos ejemplos de estos problemas ambientales son: acumulación de basura en los pajonales, que luego se transforma en combustible cuando se produce un incendio, el pastoreo sin control y quema de pajonales. Para mitigar o reducir en gran medida los impactos ambientales ocasionados por actividades antrópicas, se aplica la educación ambiental. La educación ambiental, es un instrumento que permite establecer directrices para mejorar la calidad de vida de los habitantes mediante el manejo ambiental de los recursos naturales que tienen disponibles.

Se plantea esta estrategia como una opción de aprovechamiento sustentable del territorio. Los páramos al ser considerados ecosistemas frágiles, en el Art. 406 de la Constitución de la República del Ecuador y en el Art. 99 del Código Orgánico del Ambiente se menciona que el Estado será el regulador de la conservación, manejo y recuperación de este tipo de ecosistemas, permitiendo mecanismos de control y seguimiento que aseguren la sostenibilidad a largo plazo.

Objetivo general

Promover el cuidado ambiental de los páramos en los habitantes de la comunidad y visitantes de la zona de Mojanda.

Objetivos específicos

1. Conservar los servicios ecosistémicos del páramo.
2. Incentivar a los turistas la gestión adecuada de la basura para mantener limpio el pajonal.

Meta

Lograr una conciencia ambiental en los turistas y habitantes de la comunidad a mediano y corto plazo para disminuir la contaminación y cambios de uso de suelo, conservando los servicios ecosistémicos que brindan los páramos.

Tabla 11. Programa de educación ambiental

Objetivos específicos	Responsables	Actividades	Medios de verificación
Conservar los servicios ecosistémicos del páramo	GAD Municipal de Otavalo Comunidad Mojandita Técnico ambiental	Recuperar y mantener la cobertura vegetal herbácea de <i>Calamagrostis intermedia</i> (Paja común) y de <i>Plantago rigida</i> (Almohadillas), consideradas como las especies principales en el almacenamiento del recurso hídrico. Mantener la cobertura vegetal en la zona baja y media del páramo de pajonal de Mojanda-Cajas mediante el cercado de los sitios ambientalmente frágiles para potenciar su conservación.	Delimitación de parcelas. Monitoreo mensuales para el registro de la abundancia de las especies.
Incentivar a los turistas la gestión adecuada de la basura para mantener limpio el pajonal.	Comunidad Mojandita	Dar charlas sobre las normas de convivencia ambiental que deben tener los turistas para poder realizar las caminatas por el páramo. Ubicar en puntos estratégicos de fácil acceso y buena visibilidad botes de basura la respectiva señalética.	Disminución de volumen de basura recolectada en los senderos y pajonales

4.5.2. Estrategia 2: Programa de regeneración de la cobertura vegetal

La reforestación con plantas nativas permite ampliar y conectar los parches de vegetación, permitiendo la disponibilidad de semillas. Por estas razones esta estrategia permitirá la conservación y recuperación de la cobertura vegetal, mediante el aprovechamiento de las especies de los géneros *Polylepis*, *Hypochaeris*, *Baccharis*, *Gynoxys*, *Valeriana* e *Hypericum* dado que en esta investigación han obtenido los mayores Índices de valor de importancia, además que son consideradas especies importantes en restauración ecológica en páramos andinos por su adaptabilidad y supervivencia.

Objetivo general

Recuperar la cobertura vegetal arbustiva en las áreas afectadas por el incendio.

Objetivos específicos

1. Incrementar la diversidad florística a través de núcleos de dispersión y resiembra de tapetes de vegetación.
2. Aumentar la supervivencia de las especies arbustivas.

Meta

Sembrar especies vegetales perdidas por el incendio mediante la propagación de plántulas de forma técnica y ambientalmente viable, permitiendo además que los habitantes sean los actores principales en la rehabilitación y regeneración de los páramos.

Tabla 12. Actividades para el programa de restauración

Objetivos específicos	Responsables	Actividades	Medio de verificación
Incrementar la diversidad florística a través de núcleos de dispersión y resiembra de tapetes de vegetación.	GAD Municipal de Otavalo Dirigentes de la comunidad Comunidad Mojandita Técnico ambiental	<p>Identificar los puntos prioritarios para la siembra en la zona media y alta.</p> <p>1. Aeración del suelo. Se debe realizar la descompactación a una profundidad de 0,30 m., con el fin de evitar el escurrimiento superficial, disminuir la erosión y permitir el desarrollo de las raíces, facilitando la persistencia de las plantas de sucesión secundaria.</p>	Datos sobre el número de especies que han sobrevivido.
		<p>2. Creación de micrositios y/o matrices de vegetación Siembra de especies arbustivas y arbóreas de 1 m de altura, que se encuentren en procesos de floración o dispersión de semillas. Para el caso del páramo de Mojanda los géneros más aptos son: <i>Monnina</i>, <i>Hypochaeris</i>, <i>Baccharis</i>, <i>Gynoxys</i>, <i>Valeriana</i> e <i>Hypericum</i> que son atrayentes de especies polinizadoras y dispersoras de semillas. Se debe procurar sembrar en núcleos densos al inicio del primer periodo de lluvia, en sitios donde se observe que la recuperación de la vegetación es espontánea, ya que esta técnica favorece el esparcimiento de semillas.</p>	
		<p>3. Siembra de tapetes de vegetación La extracción de los tapetes se debe realizar a primeras horas de la mañana para mantener la humedad en el suelo extraído. Los individuos escogidos deben tener una altura no menor a 8 cm y deben ser recolectados con todas sus raíces, incluyendo una capa de suelo que las proteja. La siembra debe realizarse a través de la extracción del mismo espesor de la capa de suelo del tapete para que pueda mantenerse en la superficie. Las especies <i>Azorella pedunculata</i>, <i>Lachemilla orbiculata</i> y especies del género <i>Geranium</i> son consideradas como facilitadoras para la siembra en tapetes, ya que estas especies tienen una alta propagación de semillas.</p>	
Aumentar la supervivencia de las especies arbustivas.	Comunidad Mojandita Técnico ambiental	<p>Capacitar a la comunidad sobre el cuidado de las especies para aumentar la supervivencia. Delimitar y cerrar los espacios donde fueron sembrados los tapetes y los núcleos de vegetación. Realizar monitoreos mensuales para controlar la supervivencia de las especies trasplantadas.</p>	<p>Registro de las asistencias a las capacitaciones comunitarias. Información sobre la abundancia y riqueza de las especies.</p>

4.5.3. *Estrategia 3: Zonificación de áreas conservación y turismo*

La zonificación constituye una herramienta que permite el ordenamiento de las actividades y la gestión dentro de zonas vulnerables, dando un manejo sustentable a los recursos naturales disponibles (Acuerdo-Ministerial-Nro.-MAAE-2020-10, 2020). Esta estrategia permitirá ordenar las actividades turísticas dentro del páramo, protegiendo las zonas vulnerables.

Objetivo general

Zonificar el área de páramo de Mojanda-Cajas para su conservación.

Objetivos específicos

1. Zonificar las zonas de alta vulnerabilidad ambiental.
2. Delimitar las zonas destinadas para actividades turísticas.

Meta

Tecnificación de las actividades turísticas dentro del páramo de Mojanda, con el fin de proteger las zonas más vulnerables como corredores biológicos, zonas de anidación y zonas de alimentación de mamíferos.

Tabla 13. Actividades para las zonas de conservación y ecoturismo

Objetivos específicos	Responsables	Actividades	Medio de verificación
Delimitar las zonas de alta vulnerabilidad ambiental.	Gobierno Provincial de Imbabura GAD municipal de Otavalo Dirigentes de la comunidad Comunidad Mojandita Técnico ambiental	Identificar las zonas que presenten restauración pasiva para limitar su acceso, aumentando así el desarrollo de las fases de sucesión natural de la cobertura vegetal. Realizar conversatorios con los habitantes de la comunidad y dirigentes para la obtención de información relevante que permita desarrollar de manera más concreta la cartografía de conflictos y uso de suelo.	Inventario de la fauna que habita en el páramo de Mojanda. Mapas hablados. Registro de asistencia a los conversatorios. Informes que contengan información sobre servicios ecosistémicos y corredores biológicos. Cartografía final.
	Delimitar las zonas destinadas para actividades turísticas	GAD municipal de Otavalo Comunidad Mojandita Técnico ambiental	Generar un mapa turístico en la entrada al complejo lacustre del páramo Mojanda-Cajas donde se delimiten las zonas abiertas al público. Colocación de señalética en puntos estratégicos que permita identificar las zonas para actividades turísticas y de recreación. Talleres de socialización sobre los beneficios del ecoturismo en la comunidad.

CONCLUSIONES

- El estado de sucesión de la vegetación en la zona disturbada se encuentra en la primera fase, dado que los géneros *Eryngium*, *Bidens*, *Senecio*, *Baccharis*, *Calamagrostis*, *Rannunculus*, *Valeriana* e *Hypericum* han colonizado el terreno descubierto dando como resultado una diversidad media.
- La zona referencia presentó una composición florística que consta de las familias *Asteraceae*, *Poaceae* y *Rannunculaceae* las más representativas, todo esto es debido a que su floración empieza tan pronto como pasa el disturbio beneficiándose de que no existen limitantes ecológicos.
- La especie *Calamagrostis intermedia*, por su ecología tiende a regenerarse y repoblar rápidamente el suelo luego de un incendio, razón por la cual fue la especie herbácea más común.
- A través del índice de Jaccard se muestra que los dos ecosistemas son totalmente diferentes, debido a que el fuego alteró completamente la resistencia del banco de semillas en el suelo principalmente de las especies arbustivas.
- Las estrategias más viables para la zona del incendio de Mojanda son: Programas de educación ambiental, regeneración la cobertura vegetal por medio de núcleos de dispersión y/o tapetes y finalmente la delimitación de zonas de conservación y turismo que permita gestionar adecuadamente las actividades turísticas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el trabajo conjunto entre las entidades públicas, privadas y la comunidad para la aplicación y cumplimiento de las estrategias de conservación con el fin de generar información sobre los hábitats de la fauna que se encuentra en los pajonales para desarrollar senderos ecológicos con mínimo impacto.
- Realizar estudios de análisis multitemporal de cambio de cobertura y uso de suelo con el objetivo de evaluar si las estrategias aplicadas disminuyeron los porcentajes de perturbación humana en el ecosistema.
- Se recomienda la continua capacitación en educación ambiental a los pobladores y turistas que visitan el páramo de Mojanda en el Cantón Otavalo, como forma de conservación y mejora de la calidad ambiental, permitiendo una gestión ambientalmente amigable de los servicios ambientales que presta este ecosistema.

ANEXOS

Anexo 2.

Tabla 14. Registro florístico de la zona disturbada

Familia	Nombre científico	Nombre común
Alstroeneriaceae	<i>Bomarea multiflora</i> Mirb.	Arete de bruja, cortapicos, bejuco
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> Cav.	Cardón santo
	<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. Ex Hook.f.	Cilantro de páramo
Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i> DC.	Lancetilla, lana de perro
	<i>Baccharis arbutifolia</i> Vahl	Chilco de páramo
	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	Carqueja
	<i>Bidens andicola</i> Kunth	Ñagchi, ñachi
	<i>Dorobaea pimpinellifolia</i> (Kunth) B. Nord.	Girasol de páramo
	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	Achicoria amarilla
	<i>Hypochaeris sonchoides</i> Kunth	Achicoria blanca, Yurak Tane
	<i>Senecio canescens</i> (Humb. & Bonpl.) Cuatrec.	Vira Vira, Oreja de conejo
	<i>Senecio chionogeton</i> Wedd.	Senecio o arquitecta
	<i>Senecio formosus</i> Kunth	Arnica morada
	<i>Senecio josei</i> Sklenář	Senecio o arquitecta
	<i>Achyrocline alata</i> DC.	Lancetilla, lana de perro
Brassicaceae	<i>Draba confertifolia</i> Turcz.	Draba
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium</i> Drude	Mortiño blanco
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	Roda montes
Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i> Benth.	Sacha chocho, chocho silvestre
Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	Tagura cacho, cacho de venado
	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	Almohadilla blanca
Geraniaceae	<i>Geranium stramineum</i> Triana & Planch	Geranio de páramo
	<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	Geranio
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> Baker	Ayaramos
Juncaceae	<i>Juncus effusus</i> L.	totorillas
Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	Sunfo
Lycopodiaceae	<i>Huperzia cumingii</i> (Nessel) Holub	Rabo de mono
Orobanchaceae	<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.	Brasa
Plantaginaceae	<i>Plantago rigida</i> Kunth	Colchón de agua
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	Paja común

Polygalanaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.	Acedorilla, vinagrera
Ranunculaceae	<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	Platanillo
	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC.	Planta de sapo
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb.	Orijuela, orejuela
	<i>Polylepis incana</i> Kunth	Yagual, árbol de papel
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunt	Valeriana

Anexo 3.

Tabla 15. Clasificación de las especies vegetales por atributos vitales

Familia	Nombre científico	ΔT	V(+D)T	DT	DI	DR
Alstroeneriaceae	<i>Bomarea multiflora</i> Mirb.	x		x		x
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> Cav.	x	x			
	<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. Ex Hook.f.	x				
Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i> DC.	x				
	<i>Baccharis arbutifolia</i> Vahl.		x			
	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.		x			
	<i>Bidens andicola</i> Kunth	x			x	
	<i>Dorobaea pimpinellifolia</i> (Kunth) B. Nord.	x			x	
	<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	x				
	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	x				
	<i>Hypochaeris sonchoides</i> Kunth	x				
	<i>Senecio canescens</i> (Humb. & Bonpl.) Cuatrec.	x				
	<i>Senecio chionogeton</i> Wedd.	x				
	<i>Senecio formosus</i> Kunth	x				
<i>Senecio josei</i> Sklenář	x					
Brassicaceae	<i>Draba confertifolia</i> Turcz.	x				
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium</i> Drude		x	x		
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.		x			
Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i> Benth.		x		x	
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	x				
	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	x				
Geraniaceae	<i>Geranium stramineum</i> Triana & Planch	x				
	<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	x				
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> Baker	x				
Juncacea	<i>Juncus effusus</i> L.	x				
Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze		x			
Lycopodiaceae	<i>Huperzia cumingii</i> (Nessel) Holub	x				
Orobanchaceae	<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.	x				
Plantaginacea	<i>Plantago rigida</i> Kunth	x				
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	x				
Polygalanaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.	x			x	
Ranunculaceae	<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	x			x	
	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC.	x			x	
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb.	x			x	
	<i>Polylepis incana</i> Kunth		x			
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunt	x	x			

Nota:

ΔT (no afectadas + dispersión + tolerantes), ΔI (no afectadas + dispersión + intolerantes), $V (+ D)T$ (vegetativas + dispersión + tolerantes), DT (dispersión + tolerantes), DI (dispersión + intolerantes), DR (dispersión + condiciones especiales).

Anexo 4.

Tabla 16. Diversidad florística de la zona referencia

Familia	Nombre científico	Nombre común
Alstroeneriaceae	<i>Bomarea multiflora</i> Mirb.	Zarcilla, bromelia de páramo
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> Cav.	Cardón santo
Asteraceae	<i>Bidens andicola</i> Kunth	Ñachi, ñagchi
	<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	Kana yuyo
	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	Purujilillo
	<i>Senecio formosus</i> Kunth	Árnica morada
	<i>Baccharis vaccinioides</i> Kunth	Escobilla, hierbas del carbonero
	<i>Hypochaeris sonchoides</i> Kunth	Chicoria blanca
	<i>Dorobaea pimpinellifolia</i> (Kunt) B. Nord.	Girasol de páramo
	<i>Senecio chionogeton</i> Weed.	Arquitecta
Cyperaceae	<i>Oreobulus goeppingeri</i> (Suess.)	Cebolla silvestre
	<i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth	Quinquina
	<i>Rhynchospora macrochaeta</i> Steud.	Cortadera de páramo
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Uva de monte, mortiño
	<i>Disterigma empetrifolium</i> Drude	Mortiño blanco
Fabaceae	<i>Vicia andicola</i> Kunth	Arvejilla de páramo
	<i>Lupinus pubescens</i> Benth.	Sacha chocho
Gentianaceae	<i>Halenia pulchella</i> Gilg.	Cacho de venado
	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	Genciana
Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	Romerillo
Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	Sunfo
Lycopodiaceae	<i>Huperzia cumingii</i> (Nessel) Holub	Rabo de mono
Orobanchaceae	<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.	Baraza de páramo
Plantaginacea	<i>Plantago rigida</i> Kunth.	Colchón de agua
Poaceae	<i>Cortaderia nitida</i> Pilg.	Sigse, carrizo
	<i>Draba confertifolia</i> Turcz.	Suro
	<i>Calamagrostis intermedia</i> Steud.	Paja
Polygalanaceae	<i>Monnina crassifolia</i> Bonpl.	Igualán
Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth. ex DC.	Planta de sapo
	<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	Platanillo
Rosaceae	<i>Polypelis incana</i> Kunth	Árbol de papel, yagual
	<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb.	Oreja de ratón
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunt	Valeriana

Anexo 5.

Tabla 17. Índice de valor de importancia ecológica de la zona referencia

Especies	FR	DR	AR	IVI
<i>Calamagrostis intermedia</i> Steud.	5	55,03	42,19	102,21
<i>Draba confertifolia</i> Turcz.	5	10,58	8,11	23,69
<i>Huperzia cumingii</i> (Nessel) Holub	5	9,35	7,17	21,53
<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb.	1	3,82	14,65	19,47
<i>Bidens andicola</i> Kunt	5	4,25	3,26	12,51
<i>Plantago rigida</i> Kunth.	2	3,00	5,74	10,74
<i>Cortaderia nitida</i> Pilg.	4	3,15	3,02	10,17
<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	5	1,10	0,84	6,94
<i>Senecio chionogeton</i> Weed.	5	1,07	0,82	6,89
<i>Dorobaea pimpinellifolia</i> (Kunt) B. Nord.	5	0,89	0,68	6,57
<i>Eryngium humile</i> Cav.	4	0,73	0,70	5,44
<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	4	0,55	0,53	5,08
<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	3	0,86	1,09	4,95
<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.	4	0,40	0,38	4,78
<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth.	1	0,73	2,81	4,55
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	3	0,58	0,74	4,32
<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	2	0,73	1,41	4,14
<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunt. ex. DC.	3	0,40	0,51	3,91
<i>Lupinus pubescens</i> Benth	3	0,34	0,43	3,77
<i>Vicia andicola</i> Kunth.	3	0,31	0,39	3,70
<i>Monnina crassifolia</i> (Bonpl.)	3	0,24	0,31	3,56
<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	3	0,18	0,23	3,42
<i>Senecio formosus</i> Kunth	3	0,18	0,23	3,42
<i>Polypelis incana</i> Steud.	3	0,18	0,23	3,42
<i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth	2	0,24	0,47	2,71
<i>Oreobulus goeppingeri</i> (Suess)	2	0,18	0,35	2,53
<i>Rhynchospora macrochaeta</i> (Steud. ex Boeckeler) J.F. Macbr.	2	0,15	0,29	2,45
<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	2	0,12	0,23	2,36
<i>Baccharis buxifolia</i> (Lam.) Pers.	2	0,09	0,18	2,27
<i>Baccharis vaccinioides</i> Kunt	2	0,06	0,12	2,18
<i>Bomarea multiflora</i> Mirb.	1	0,21	0,82	2,03
<i>Hypochaeris sonchoides</i> Kunth	1	0,18	0,70	1,89
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth.	1	0,06	0,23	1,30
<i>Disterigma empetrifolium</i> (Kunth) Drude	1	0,03	0,12	1,15

Anexo 6.

Tabla 18. Base de datos de la zona disturbada

Familia	Nombre científico	Nombre común	Diciembre					Enero					Febrero					Marzo					FA	FR	AA ni	AA pi	AR	Abundancia absoluta (AA)	Abundancia relativa (AR)	Cobertura (CA)	Cobertura relativa (CR)	Cobertura pi	Densidad (D)	Densidad relativa (DR)
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5												
Alstroeneriaceae	<i>Bomarea multiflora</i> Mirb.	Arete de bruja, cortapicos, bejuco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,93	2	0,0009	0,092	0,40	0,09	2,00	0,32	0,001	0,004	0,40
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> Cav.	Cardón santo	0	0	4	2	0	0	0	7	5	0	0	2	13	7	0	0	5	19	10	0	3	2,78	34	0,0157	1,566	6,80	1,57	11,33	1,81	0,016	0,068	6,80
	<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. Ex Hook.f.	Cilantro de páramo	0	1	0	2	0	0	3	2	5	0	0	5	4	7	0	0	5	8	13	0	3	2,78	26	0,0120	1,198	5,20	1,20	8,67	1,38	0,012	0,052	5,20
Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i> DC.	Lancetilla, lana de perro	0	1	0	1	0	0	1	1	2	0	1	3	2	3	1	3	3	5	5	5	5	4,63	21	0,0097	0,967	4,20	0,97	4,20	0,67	0,010	0,042	4,20
	<i>Baccharis buxifolia</i> L.	Chilco de páramo	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0,93	1	0,0005	0,046	0,20	0,05	1,00	0,16	0,000	0,002	0,20
	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	Carqueja	0	2	5	1	0	0	6	9	3	0	0	9	9	7	0	0	13	18	10	0	3	2,78	41	0,0189	1,889	8,20	1,89	13,67	2,18	0,019	0,082	8,20
	<i>Bidens andicola</i> Kunth	Ñagchi, ñachi	10	25	32	15	12	19	25	36	21	36	23	37	45	28	45	31	48	56	36	64	5	4,63	235	0,1082	10,825	47,00	10,82	47,00	7,50	0,108	0,470	47,00
	<i>Dorobaea pimpinellifolia</i> (Kunth) B. Nord.	Girasol de páramo	0	2	1	3	1	0	2	3	5	3	1	4	6	9	7	2	5	6	11	8	5	4,63	32	0,0147	1,474	6,40	1,47	6,40	1,02	0,015	0,064	6,40
	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	Achicoria amarilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	11	0	0	6	7	15	3	2,78	28	0,0129	1,290	5,60	1,29	9,33	1,49	0,013	0,056	5,60
	<i>Hypochaeris sonchoides</i> Kunth	Achicoria blanca, Yurak Tane	0	0	0	3	7	0	0	1	7	2	0	1	3	2	5	0	2	5	5	9	4	3,70	21	0,0097	0,967	4,20	0,97	5,25	0,84	0,010	0,042	4,20
	<i>Senecio canescens</i> (Humb. & Bonpl.) Cuatrec.	Vira Vira, Oreja de conejo	0	0	1	0	0	0	0	3	2	0	0	0	3	4	0	0	1	6	7	0	3	2,78	14	0,0064	0,645	2,80	0,64	4,67	0,74	0,006	0,028	2,80
	<i>Senecio chionogeton</i> Wedd.	Senecio o arquitecta	0	2	5	3	0	0	2	7	8	0	1	3	7	11	0	1	3	9	11	0	4	3,70	24	0,0111	1,105	4,80	1,11	6,00	0,96	0,011	0,048	4,80
	<i>Senecio formosus</i> Kunth	Arnica morada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	0	0	1	0,93	5	0,0023	0,230	1,00	0,23	5,00	0,80	0,002	0,010	1,00
<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	Kana yuyo	0	0	0	0	3	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0	13	1	0,93	13	0,0060	0,599	2,60	0,60	13,00	2,08	0,006	0,026	2,60	
<i>Senecio josei</i> Sklenář	Senecio o arquitecta	0	5	1	2	0	0	5	3	2	0	0	6	4	5	1	0	6	6	7	3	4	3,70	22	0,0101	1,013	4,40	1,01	5,50	0,88	0,010	0,044	4,40	
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	Rodamontes	0	3	1	2	0	0	3	1	2	0	0	3	1	2	0	0	3	1	2	0	3	2,78	6	0,0028	0,276	1,20	0,28	2,00	0,32	0,003	0,012	1,20
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium</i> Drude	Mortiño blanco	0	0	2	1	0	0	2	3	1	0	0	2	3	1	0	0	3	5	2	0	3	2,78	10	0,0046	0,461	2,00	0,46	3,33	0,53	0,005	0,020	2,00
Juncaceae	<i>Juncus effusus</i> L.	totorillas	0	3	7	0	0	0	5	12	3	0	0	7	12	5	0	0	12	16	7	0	3	2,78	35	0,0161	1,612	7,00	1,61	11,67	1,86	0,016	0,070	7,00
Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i> Benth.	Sacha chocho, chocho silvestre	0	4	5	3	0	0	7	9	5	0	0	11	10	9	0	0	15	13	15	0	3	2,78	43	0,0198	1,981	8,60	1,98	14,33	2,29	0,020	0,086	8,60
Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	Tagura cacho, cacho de venado	0	0	1	2	0	0	0	3	3	0	0	2	3	5	0	0	4	5	8	0	3	2,78	17	0,0078	0,783	3,40	0,78	5,67	0,90	0,008	0,034	3,40
	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	Almohadilla blanca	0	0	0	5	7	0	0	3	9	11	0	0	7	13	16	0	0	13	17	21	3	2,78	51	0,0235	2,349	10,20	2,35	17,00	2,71	0,023	0,102	10,20
Geraniaceae	<i>Geranium stramineum</i> Triana & Planch	Geranio de páramo	0	2	5	3	0	0	3	5	7	0	0	7	7	11	0	0	9	11	19	0	3	2,78	39	0,0180	1,796	7,80	1,80	13,00	2,08	0,018	0,078	7,80
	<i>Geranium sibiricum</i> Benth.	Geranio	0	1	1	2	0	0	1	3	3	0	0	3	5	7	0	0	7	15	9	2	3	2,78	33	0,0152	1,520	6,60	1,52	11,00	1,76	0,015	0,066	6,60

Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> Baker	Ayaramos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	5	3	0	2	1,85	8	0,0037	0,368	1,60	0,37	4,00	0,64	0,004	0,016	1,60							
Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	Sunfo	0	0	6	9	11	0	0	9	15	20	0	3	15	21	27	0	5	29	34	35	4	3,70	103	0,0474	4,744	20,60	4,74	25,75	4,11	0,047	0,206	20,60							
Lycopodiaceae	<i>Huperzia cumingii</i> (Nessel) Holub	Rabo de mono	2	5	8	7	0	5	7	11	9	0	7	11	15	13	0	9	15	21	17	0	4	3,70	62	0,0286	2,856	12,40	2,86	15,50	2,47	0,029	0,124	12,40							
Orobanchaceae	<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.	Brasa	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3	2	0	0	0	5	3	0	2	1,85	8	0,0037	0,368	1,60	0,37	4,00	0,64	0,004	0,016	1,60							
Brassicaceae	<i>Draba confertifolia</i> Turcz.	Draba	7	2	12	15	0	9	7	15	18	0	9	9	19	22	0	11	13	25	30	0	4	3,70	79	0,0364	3,639	15,80	3,64	19,75	3,15	0,036	0,158	15,80							
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> Steud.	Paja común	95	56	52	65	90	120	65	59	86	120	137	85	65	97	230	150	100	80	110	260	5	4,63	700	0,3224	32,243	140,00	32,24	140,00	22,35	0,322	1,400	140,00							
Plantaginacea	<i>Plantago rigida</i> Kunth	Colchón de agua	0	0	0	0	25	0	0	0	0	36	0	0	0	0	40	0	0	0	0	56	1	0,925	56	0,0257	2,579	11,2	2,58	56,00	8,94	0,026	0,112	11,2							
Polygalanaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.	Acedorilla, vinagrera	0	0	6	5	0	0	0	13	11	0	0	0	21	18	0	0	0	30	26	0	2	1,85	56	0,0258	2,579	11,20	2,58	28,00	4,47	0,026	0,112	11,20							
Ranunculaceae	<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	Platanillo	2	0	12	11	9	7	2	20	15	25	19	9	36	22	31	24	15	42	31	45	5	4,63	157	0,0723	7,232	31,40	7,23	31,40	5,01	0,072	0,314	31,40							
	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC.	Planta de sapo	0	0	3	5	6	0	0	7	9	9	0	1	11	13	15	0	3	15	17	21	4	3,70	56	0,0258	2,579	11,20	2,58	14,00	2,23	0,026	0,112	11,20							
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb.	Orijuela, orejuela	0	0	9	13	0	0	0	17	21	0	0	0	25	36	0	0	0	39	41	0	2	1,85	80	0,0368	3,685	16,00	3,68	40,00	6,39	0,037	0,160	16,00							
	<i>Polylepis incana</i> Kunth	Yagual, árbol de papel	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0,93	1	0,0005	0,046	0,20	0,05	1,00	0,16	0,000	0,002	0,20							
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunt	Valeriana	0	0	4	7	0	0	0	7	15	0	0	0	17	23	0	0	0	25	27	0	2	1,85	52	0,0240	2,395	10,40	2,40	26,00	4,15	0,024	0,104	10,40							
			116	114	184	188	171	160	146	272	293	270	198	223	380	408	437	231	295	546	540	559	108	100	2171												100,00	626,42	100,00	1,00	3,91
			773					1141					1646					2171																							

Individuos	2171
Parcelas	5
Número de especies	36
Área	500

Anexo 6.

Tabla 19. Índices biológicos de la zona disturbada

Familia	Nombre científico	Nombre común	IVI (%)	Riqueza específica (Margalef)	Diversidad alfa Shanon-Wiener	Dominancia Simpson λ	Diversidad de Simpson (1- λ)
Alstroeneriaceae	<i>Bomarea multiflora</i> Mirb.	Arete de bruja, cortapicos, bejuco	1,34	4,56	0,0064	0,000001	0,87
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> Cav.	Cardón santo	6,15		0,0651	0,000245	
	<i>Oreomyrrhis andicola</i> (Kunth) Endl. Ex Hook.f.	Cilantro de páramo	5,36		0,0530	0,000143	
Asteraceae	<i>Achyrocline celosioides</i> DC.	Lancetilla, lana de perro	6,27		0,0449	0,000094	
	<i>Baccharis arbutifolia</i> Vahl	Chilco de páramo	1,13		0,0035	0,000000	
	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	Carqueja	6,85		0,0750	0,000357	
	<i>Bidens andicola</i> Kunth	Ñagchi, ñachi	22,96		0,2407	0,011717	
	<i>Dorobaea pimpinellifolia</i> (Kunth) B. Nord.	Girasol de páramo	7,13		0,0622	0,000217	
	<i>Hypochaeris sessiliflora</i> Kunth	Achicoria amarilla	5,56		0,0561	0,000166	
	<i>Hypochaeris sonchoides</i> Kunth	Achicoria blanca, Yurak Tane	5,51		0,0449	0,000094	
	<i>Senecio canescens</i> (Humb. & Bonpl.) Cuatrec.	Vira Vira, Oreja de conejo	4,17		0,0325	0,000042	
	<i>Senecio chionogeton</i> Wedd.	Senecio o arquitecta	5,77		0,0498	0,000122	
	<i>Senecio formosus</i> Kunth	Arnica morada	1,95		0,0140	0,000005	
	<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	Kana yuyo	3,60		0,0306	0,000036	
<i>Senecio josei</i> Sklenář	Senecio o arquitecta	5,60	0,0465		0,000103		
Escalloniaceae	<i>Escallonia myrtilloides</i> L. f.	Rodamontes	3,37		0,0163	0,000008	
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium</i> Drude	Mortiño blanco	3,77		0,0248	0,000021	
Juncaceae	<i>Juncus effusus</i> L.	totorillas	6,25		0,0665	0,000260	
Fabaceae	<i>Lupinus pubescens</i> Benth.	Sacha chocho, chocho silvestre	7,05		0,0777	0,000392	
Gentianaceae	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	Tagura cacho, cacho de venado	4,47		0,0380	0,000061	
	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	Almohadilla blanca	7,84	0,0881	0,000552		
Geraniaceae	<i>Geranium stramineum</i> Triana & Planch	Geranio de páramo	6,65	0,0722	0,000323		
	<i>Geranium sibbaldioides</i> Benth.	Geranio	6,05	0,0636	0,000231		
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> Baker	Ayaramos	2,86	0,0206	0,000014		
Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	Sunfo	12,56	0,1446	0,002251		
Lycopodiaceae	<i>Huperzia cumingii</i> (Nessel) Holub	Rabo de mono	9,03	0,1015	0,000816		
Orobanchaceae	<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.	Brasa	2,86	0,0206	0,000014		
Brassicaceae	<i>Draba confertifolia</i> Turcz.	Draba	10,50	0,1206	0,001324		

Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> Steud.	Paja común	59,22		0,3649	0,103962
Plantaginacea	<i>Plantago rigida</i> Kunth	Colchón de agua	12,45		0,094	0,0006654
Polygalanaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.	Acedorilla, vinagrera	8,90		0,0943	0,000665
Ranunculaceae	<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	Platanillo	16,87		0,1900	0,005230
	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth ex DC.	Planta de sapo	8,52		0,0943	0,000665
Rosaceae	<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb.	Orijuela, orejuela	11,92		0,1216	0,001358
	<i>Polylepis incana</i> Kunth	Yagual, árbol de papel	1,13		0,0035	0,000000
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunt	Valeriana	8,40		0,0894	0,000574
			300,00		2,73	0,13

Anexo 7.

Tabla 20. Base de datos de la zona referencia

Familia	Nombre científico	Nombre común	Parcelas					FR	Riqueza	Abundancia	Cobertura	Densidad	Densidad relativa (DR)	Abundancia absoluta	Abundancia relativa (AR)	IVI	Riqueza específica (Margalef)	Diversidad alfa Shannon-Wiener	Dominancia Simpson λ	Diversidad de Simpson (1- λ)
Alstroeneriaceae	<i>Bomarea multiflora</i> Mirb.	Zarcilla, bromelia de páramo	0	0	0	0	7	1	7	0,01	7,00	0,0021	0,21	0,008	0,82	2,03	4,078	0,0132	0,000005	0,671
Apiaceae	<i>Eryngium humile</i> Cav.	Cardón santo	0	7	5	9	3	4	24	0,05	6,00	0,0073	0,73	0,007	0,70	5,44		0,0361	0,000054	
Asteraceae	<i>Bidens andicola</i> Kunth	Ñachi, ñagchi	15	18	23	35	48	5	139	0,28	27,80	0,0425	4,25	0,033	3,26	12,51		0,1342	0,001806	
	<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	Kana yuyo	0	9	7	12	0	3	28	0,06	9,33	0,0086	0,86	0,011	1,09	4,95		0,0408	0,000073	
	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	Purujillo	2	0	1	0	3	3	6	0,01	2,00	0,0018	0,18	0,002	0,23	3,42		0,0116	0,000003	
	<i>Senecio formosus</i> Kunth	Árnica morada	0	1	3	2	0	3	6	0,01	2,00	0,0018	0,18	0,002	0,23	3,42		0,0116	0,000003	
	<i>Baccharis vaccinioides</i> Kunth	Escobilla, hierbas del carbonero	1	0	0	0	1	2	2	0,00	1,00	0,0006	0,06	0,001	0,12	2,18		0,0045	0,000000	
	<i>Hypochaeris sonchoides</i> Kunth	Chicoria blanca	0	0	0	0	6	1	6	0,01	6,00	0,0018	0,18	0,007	0,70	1,89		0,0116	0,000003	
	<i>Dorobaea pimpinellifolia</i> (Kunt) B. Nord.	Girasol de páramo	5	6	9	6	3	5	29	0,06	5,80	0,0089	0,89	0,007	0,68	6,57		0,0419	0,000079	
	<i>Senecio chionogeton</i> Weed.	Arquitecta	5	8	7	9	6	5	35	0,07	7,00	0,0107	1,07	0,008	0,82	6,89		0,0486	0,000114	
	<i>Baccharis buxifolia</i> (Lam.) Pers.	Árbol de chocolate	1	0	0	0	2	2	3	0,01	1,50	0,0009	0,09	0,002	0,18	2,27		0,0064	0,000001	
Cyperaceae	<i>Oreobulus goeppingeri</i> (Suess.)	Cebolla silvestre	0	5	0	1	0	2	6	0,01	3,00	0,0018	0,18	0,004	0,35	2,53		0,0116	0,000003	
	<i>Uncinia tenuis</i> Poepp. ex Kunth	Quinquina	0	0	3	5	0	2	8	0,02	4,00	0,0024	0,24	0,005	0,47	2,71		0,0147	0,000006	
	<i>Rhynchospora macrochaeta</i> Steud.	Cortadera de páramo	0	2	0	3	0	2	5	0,01	2,50	0,0015	0,15	0,003	0,29	2,45		0,0099	0,000002	
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	Uva de monte, mortiño	0	0	0	0	2	1	2	0,00	2,00	0,0006	0,06	0,002	0,23	1,30		0,0045	0,000000	
	<i>Disterigma empetrifolium</i> Drude	Mortiño blanco	0	0	0	0	1	1	1	0,00	1,00	0,0003	0,03	0,001	0,12	1,15		0,0025	0,000000	
Fabaceae	<i>Vicia andicola</i> Kunth	Arvejilla de páramo	0	3	5	2	0	3	10	0,02	3,33	0,0031	0,31	0,004	0,39	3,70		0,0177	0,000009	
	<i>Lupinus pubescens</i> Benth.	Sacha chocho	0	2	4	5	0	3	11	0,02	3,67	0,0034	0,34	0,004	0,43	3,77		0,0192	0,000011	
Gentianaceae	<i>Halenia pulchella</i> Gilg.	Cacho de venado	9	6	9	7	5	5	36	0,07	7,20	0,0110	1,10	0,008	0,84	6,94		0,0496	0,000121	
	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth	Genciana	0	0	0	0	24	1	24	0,05	24,00	0,0073	0,73	0,028	2,81	4,55	0,0361	0,000054		
Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium</i> Juss.	Romerillo	1	0	0	0	3	2	4	0,01	2,00	0,0012	0,12	0,002	0,23	2,36	0,0082	0,000001		
Lamiaceae	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	Sunfo	0	0	9	15	0	2	24	0,05	12,00	0,0073	0,73	0,014	1,41	4,14	0,0361	0,000054		
Lycopodiaceae	<i>Huperzia cumingii</i> (Nessel) Holub	Rabo de mono	65	50	75	60	56	5	306	0,61	61,20	0,0935	9,35	0,072	7,17	21,53	0,2216	0,008751		
Orobanchaceae	<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.	Baraza de páramo	0	2	5	2	4	4	13	0,03	3,25	0,0040	0,40	0,004	0,38	4,78	0,0220	0,000016		
Plantaginacea	<i>Plantago rigida</i> Kunth.	Colchón de agua	0	0	0	46	52	2	98	0,20	49,00	0,0300	3,00	0,057	5,74	10,74	0,1051	0,000898		
Poaceae	<i>Cortaderia nitida</i> Pilg.	Sigse, carrizo	0	25	45	30	3	4	103	0,21	25,75	0,0315	3,15	0,030	3,02	10,17	0,1089	0,000992		
	<i>Draba confertifolia</i> Turcz.	Suro	75	85	60	70	56	5	346	0,69	69,20	0,1058	10,58	0,081	8,11	23,69	0,2376	0,011189		

	<i>Calamagrostis intermedia</i> Steud.	Paja	450	300	400	300	350	5	1800	3,60	360,00	0,5503	55,03	0,422	42,19	102,21		0,3287	0,302820
Polygalanaceae	<i>Monnina crassifolia</i> Bonpl.	Igualán	0	0	1	2	5	3	8	0,02	2,67	0,0024	0,24	0,003	0,31	3,56		0,0147	0,000006
Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus</i> Kunth. ex DC.	Planta de sapo	0	6	4	3	0	3	13	0,03	4,33	0,0040	0,40	0,005	0,51	3,91		0,0220	0,000016
Rosaceae	<i>Ranunculus peruvianus</i> Pers.	Platanillo	0	7	5	4	2	4	18	0,04	4,50	0,0055	0,55	0,005	0,53	5,08		0,0286	0,000030
	<i>Polypelis incana</i> Kunth	Árbol de papel, yagual	1	0	0	2	3	3	6	0,01	2,00	0,0018	0,18	0,002	0,23	3,42		0,0116	0,000003
	<i>Lachemilla orbiculata</i> Rydb.	Oreja de ratón	0	0	0	125	0	1	125	0,25	125,00	0,0382	3,82	0,146	14,65	19,47		0,1248	0,001460
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunt	Valeriana	0	4	6	0	9	3	19	0,04	6,33	0,0058	0,58	0,007	0,74	4,32		0,0299	0,000034
Acumulación			630	546	686	755	654	100	3271	6,54	853	1	100			300,00		1,83	0,3286
Número de individuos			3271																
Número de parcelas			5																
Número de especies S			34																
ÁREA			500																

Anexo 8.



Figura 8. Zona de actividad turística

Anexo 9.



Figura 9. Cambio de coloración en la vegetación a colores más claros dado por la regeneración natural

Anexo 10.



Figura 10. Pérdida de cobertura vegetal arbustiva

Anexo 11.



Figura 11. Estado inicial de la zona disturbada

Anexo 12.



Figura 12. Inicio de colonización de la especie *Calamagrostis intermedia* Steud. en la zona disturbada

Anexo 13.



Figura 13. Cobertura de la zona media de la zona disturbada

Anexo 14.



Figura 14. Vegetación arbustiva quemada y aparición de especies pioneras

Anexo 15.



Figura 15. Medición y señalización de las parcelas

Anexo 16.



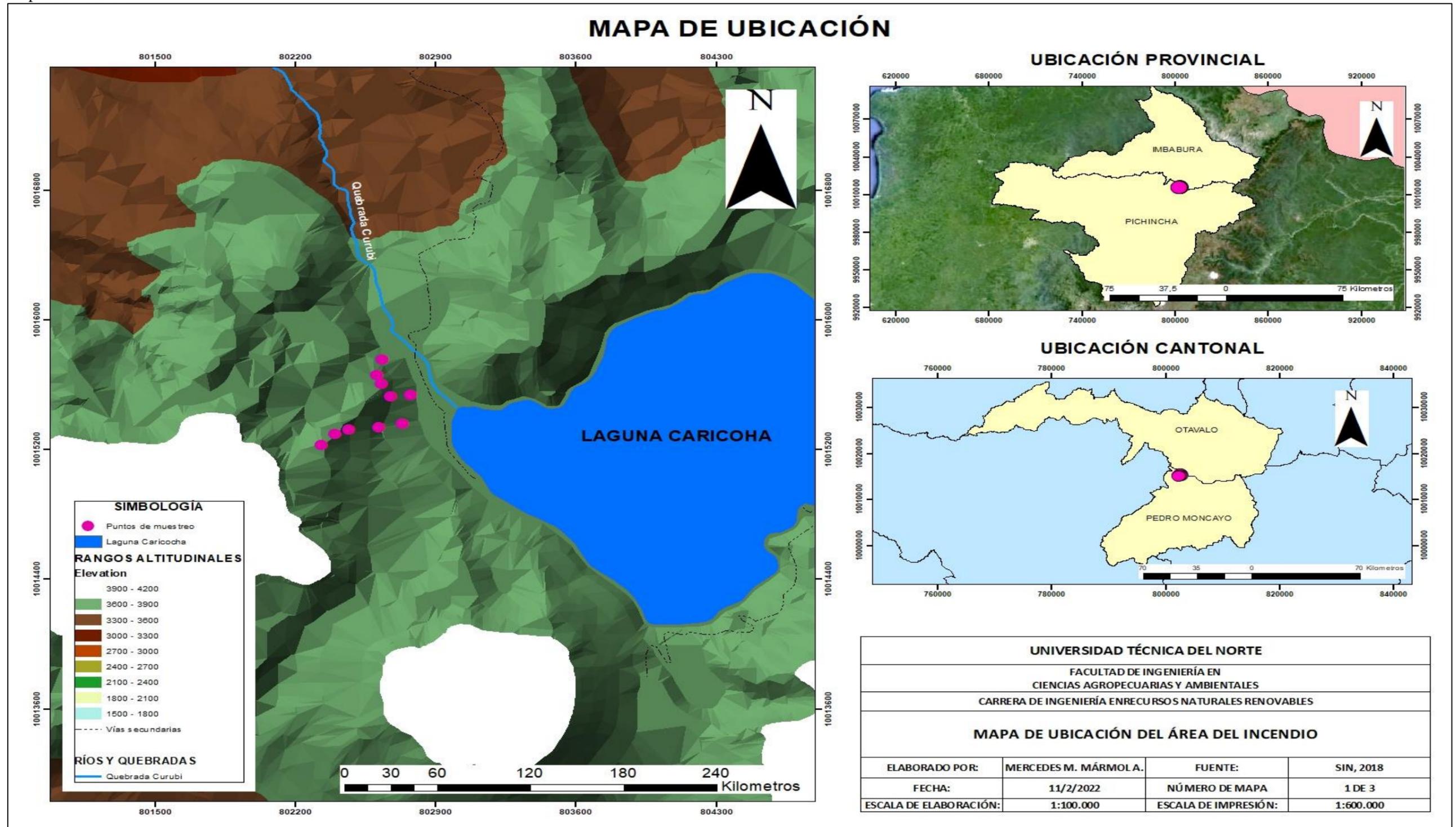
Figura 16. Toma de puntos GPS de las unidades de muestreo

Anexo 17.

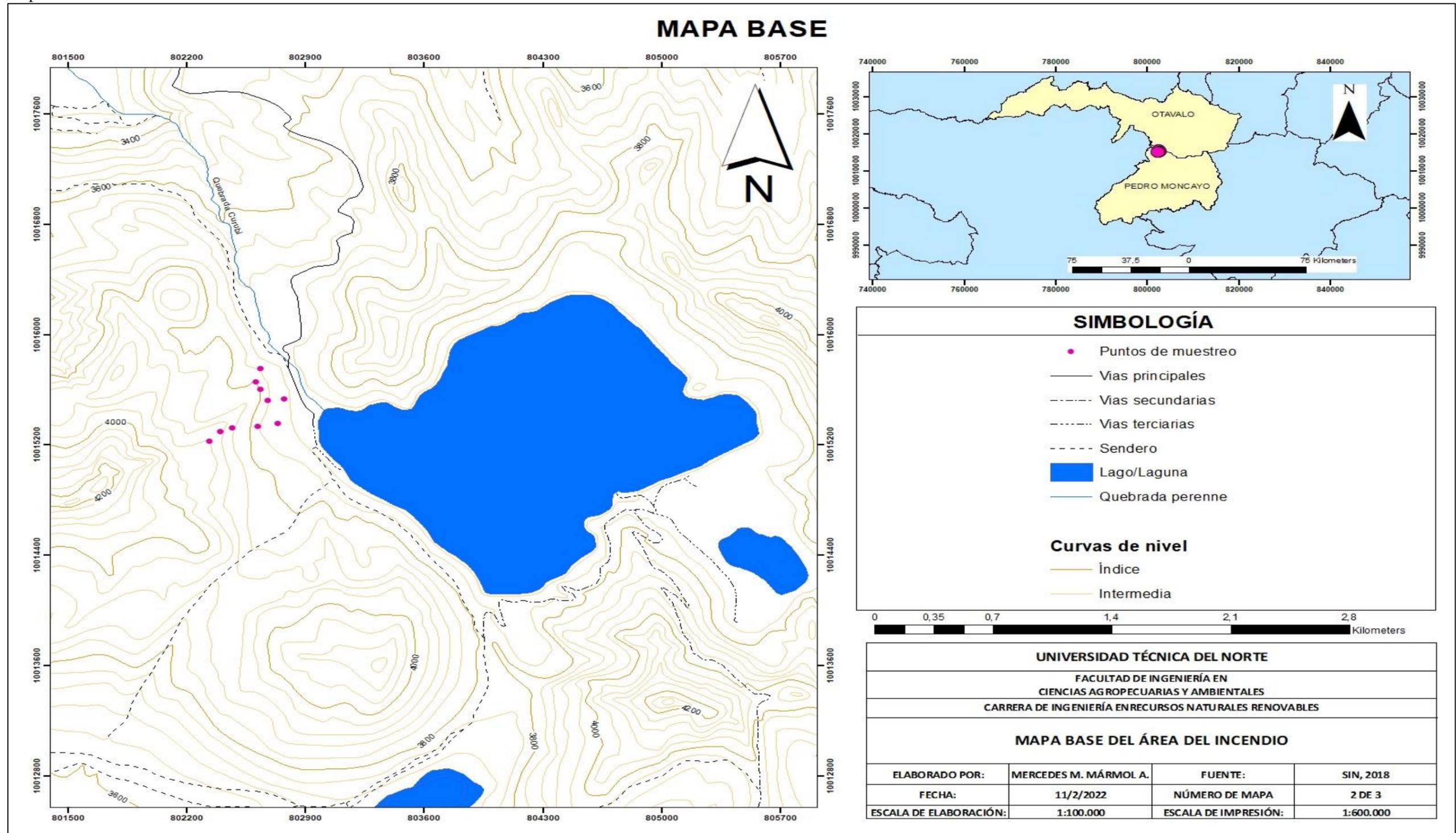


Figura 17. Levantamiento de información florística

Anexo 18.
Mapa de ubicación

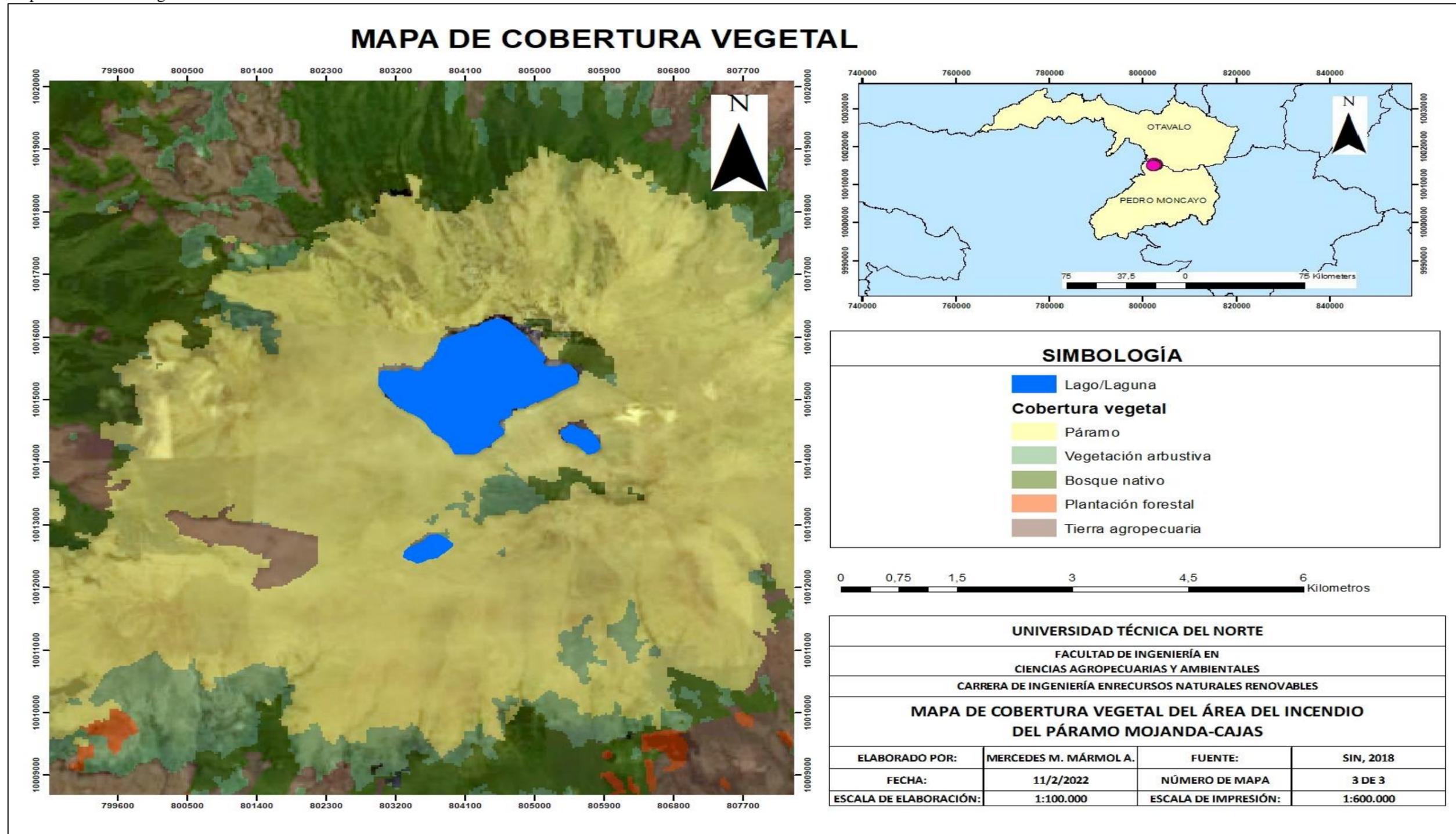


Anexo 19.
Mapa base



Anexo 20.

Mapa de cobertura vegetal



Mojanda, Imbabura, Ecuador

PLANTAS PIONERAS EN DISTURBIOS DEL PÁRAMO MOJANDA

1

Mercedes Margarita Mármol Almeida¹ & Mónica Eulalia León Espinoza²

¹Universidad Técnica del Norte & ²Recursos Naturales Renovables de la Universidad Técnica del Norte
Ibarra-Ecuador

Fotos: Mercedes Mármol [mmmarmol@utn.edu.ec]. Producido por Mercedes Mármol y Mónica León

			
1 <i>Bomarea multiflora</i> ALSTROEMERIACEAE	2 <i>Eryngium humile</i> APIACEAE	3 <i>Oreomyrrhis andicola</i> APIACEAE	4 <i>Achyrocline alata</i> ASTERACEAE
			
5 <i>Baccharis buxifolia</i> ASTERACEAE	6 <i>Baccharis vaccinioides</i> ASTERACEAE	7 <i>Baccharis genistelloides</i> ASTERACEAE	8 <i>Bidens andicola</i> ASTERACEAE
			
9 <i>Hypochaeris radicata</i> ASTERACEAE	10 <i>Dorobaea pimpinellifolia</i> ASTERACEAE	11 <i>Gynoxys miniphylla</i> ASTERACEAE	12 <i>Hypochaeris sessiliflora</i> ASTERACEAE

Mojanda, Imbabura, Ecuador
**PLANTAS PIONERAS EN DISTURBIOS DEL
 PÁRAMO MOJANDA**

Mercedes Margarita Mármol Almeida¹ & Mónica Eulalia León Espinoza²

¹Universidad Técnica del Norte & ²Recursos Naturales Renovables de la Universidad Técnica del Norte
 Ibarra-Ecuador

Fotos: Mercedes Mármol [mmmarmol@utn.edu.ec]. Producido por Mercedes Mármol y Mónica León

			
13 <i>Hypochaeris sonchoides</i> ASTERACEAE	14 <i>Senecio formosus</i> ASTERACEAE	15 <i>Senecio josei</i> ASTERACEAE	16 <i>Hieracium frigidum</i> ASTERACEAE
			
17 <i>Senecio canescens</i> ASTERACEAE	18 <i>Draba confertifolia</i> BRASSICACEAE	19 <i>Uncinia tenuis</i> CYPERACEAE	20 <i>Rhynchospora ruiziana</i> CYPERACEAE
			
21 <i>Oreobulus goeppingeri</i> CYPERACEAE	22 <i>Vaccinium floribundum</i> ERICACEAE	23 <i>Disterigma empetrifolium</i> ERICACEAE	24 <i>Escallonia myrtilloides</i> ESCALLONIACEAE

Mojanda, Imbabura, Ecuador
**PLANTAS PIONERAS EN DISTURBIOS DEL
 PÁRAMO MOJANDA**

Mercedes Margarita Mármol Almeida¹ & Mónica Eulalia León Espinoza²

¹Universidad Técnica del Norte & ²Recursos Naturales Renovables de la Universidad Técnica del Norte
 Ibarra-Ecuador

Fotos: Mercedes Mármol [mmmarmol@utn.edu.ec]. Producido por Mercedes Mármol y Mónica León

			
25 <i>Lupinus pubescens</i> FABACEAE	26 <i>Vicia andicola</i> FABACEAE	27 <i>Halenia weddelliana</i> GENTIACEAE	28 <i>Gentiana sedifolia</i> GENTIACEAE
			
29 <i>Geranium stramineum</i> GERANIACEAE	30 <i>Geranium sibbaldoides</i> GERANIACEAE	31 <i>Hypericum laricifolium</i> HYPERICACEAE	32 <i>Orthrosanthus chimboracensis</i> IRIDACEAE
			
33 <i>Juncus effusus</i> JUNCACEAE	34 <i>Clinopodium nubigenum</i> LAMIACEAE	35 <i>Huperzia cumingii</i> LYCOPODIACEAE	36 <i>Castilleja fissifolia</i> OROBANCHACEAE

Mojanda, Imbabura, Ecuador
**PLANTAS PIONERAS EN DISTURBIOS DEL
 PÁRAMO MOJANDA**

Mercedes Margarita Mármol Almeida¹ & Mónica Eulalia León Espinoza²

¹Universidad Técnica del Norte & ²Recursos Naturales Renovables de la Universidad Técnica del Norte
 Ibarra-Ecuador

Fotos: Mercedes Mármol [mmmarmol@utn.edu.ec]. Producido por Mercedes Mármol y Mónica León

			
37 <i>Plantago rigida</i> PLANTAGINÁCEA	38 <i>Cortaderia nitida</i> POACEAE	39 <i>Calamagrostis intermedia</i> POACEAE	40 <i>Monina crassifolia</i> POLYGALACEAE
			
41 <i>Rumex acetosella</i> POLYGALACEAE	42 <i>Ranunculus peruvianus</i> RANUNCULACEAE	43 <i>Ranunculus praemorsus</i> RANUNCULACEAE	44 <i>Lachemilla orbiculata</i> ROSACEAE
			
45 <i>Polylepis incana</i> ROSACEAE	46 <i>Valeriana microphylla</i> VALERIANACEAE		

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo-Ministerial-Nro.-MAAE-2020-10, Pub. L. No. MAAAE-2020-10, 15 (2020). <https://tinyurl.com/2qxkrbag>
- Aguilar, M, Rojas, S., Isaacs, P., & Silva, L. (2017). Guía para la restauración ecológica de la región subandina. caso: distrito de conservación de suelos barbas – bremen 1. In *Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt*.
- Aguilar, Mauricio, & Ramírez, W. (2015). Fundamentos y consideraciones generales sobre ressturación ecológica para Colombia. *Biodiversidad En La Práctica. Documentos de Trabajo Del Instituto Humboldt*, 1(2016), 147–176.
- Aguilar, Z., Hidalgo, P., & Ulloa, C. (2009). *Plantas útiles de los páramos de Zuleta, Ecuador. Proyecto de manejo y Aprovechamiento Sustentable de Alpacas en los pármos de Zuleta* (Patricio Mena (ed.)). PPA-ECOCIENCIA. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56372.pdf>
- Aguirre, N, Torres, J., & Velasco, P. (2013). Guía para la restauración ecológica en los páramos del Antisana. *Fondo de Protección Del Agua FONAG.*, 1, 9–13. <https://tinyurl.com/2p6saypf>
- Aguirre, Nikolay, Torres, J., & Velasco-Linares. (2014). *Guía para la restauración ecológica en los parámos del Antisana. Fondo para la Protección del Agua-FONAG* (N. Puente (ed.)).
- Aguirre, Z. (2013). Guia De Metodos Para Medir La Biodiversidad. *Universidad Nacional de Loja*, 74. <https://acortar.link/u3LIS>
- Arellano, K., Román, D., Cevallos, J., & Roman, D. (2020). Inventario florístico en el ecosistema páramo del Valle De Collanes de la parroquia La Carolina-Chimborazo. *Polo Del Conocimiento*, 5(07), 1043–1071. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i7.1564>

- Armenteras, D., Francia, B., González, F., Morales, M., Pabón, J., & Páramo, G. (2011). *Incendios de la cobertura vegetal en Colombia-Tomo I* (Á. Parra (ed.); Primera ed). <https://acortar.link/uRajmX>
- Armenteras, D., González, T. M., Vargas, J. O., Meza Elizalde, M. C., & Oliveras, I. (2020). Incendios en ecosistemas del norte de Suramérica: avances en la ecología del fuego tropical en Colombia, Ecuador y Perú. *Caldasia*, 42(1), 1–16. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v42n1.77353>
- Bautista-Zúñiga, F., Delfín Gonzalez, H., Palacio-Prieto, J. L., & Delgado Carranza, M. del C. (2011). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición. In *Universidad Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental*. <https://tinyurl.com/2m6cagdv>
- Beltrán, K., Salgado, S., Cuesta, F., León-Yáñez, S., Romoleroux, K., Ortiz, E., Cárdenas, A., & Velástegui, A. (2009). *Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador* (Patricio Mena (ed.); Issues 9978-9940–7). EcoCiencia, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA. <https://tinyurl.com/2pedl9sx>
- Bravo, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*. <https://tinyurl.com/2meujkpc>
- Calderón, M. J. (2018). Oferta hídrica, almacenamiento de agua y carbono en dos escenarios altoandinos del páramo de Mojanda-Ecuador. In *Journal de la société des américanistes*.
- Calva, J., Ortiz, N., Calapucha, J., Chango, G., & Pallo, C. (2020). *LOS BOSQUES DEL ECUADOR: Los bosques, su importancia y sus limitaciones*. https://issuu.com/calva_johnson_1997/docs/los_bosque_de_ecuador
- Camacho, M. (2013). Los páramos ecuatorianos: Caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible. *REVISTA ANALES*, 372, 77–92. <https://doi.org/10.29166/anales.v1i372.1241>

- Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 34(2), 25–42. https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n2.47071
- Caranqui, J., & Cuvi, M. (1992). Diversidad y similitud del páramo del Siche en la Reserva de producción faunística Chimborazo, Ecuador. *Adv. Mater.*, 4, 116.
- Caranqui, J., Lozano, P., & Reyes, J. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(1), 33–45. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n1.86>
- Cerón, C., & Fiallos, M. de los Á. (2017). Plantas comunes del mega sendero laguna de Cuicocha. *Herbario Alfredo Paredes*. <https://tinyurl.com/2zjyjglg>
- Chimbolema, S., Suárez-Duque, D., Peñafiel, M., Acurio, C., & Paredes, T. (2014). *Guía de plantas de la Reserva Ecológica El Ángel*. January, 177. <https://tinyurl.com/2dwd3ygw>
- Cleef, M., & Cabrera, M. (2014). Los páramos origen y componentes. Origen de los páramos. In M. Cabrera & W. Ramirez (Eds.), *Restauración ecológica de los páramos de Colombia: Transformación y herramientas para su conservación* (p. 19).
- Código Orgánico del Ambiente, Registro Oficial Suplemento 983 1 (2017). <https://tinyurl.com/ybcqorad>
- Constitución de la Republica del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador 2008. *Incluye Reformas*, 1–136. <https://tinyurl.com/ybmunazy>
- Coronel, B. (2017). *Identificación de rangos altitudinales en las micro-cuencas de la provincia de Imbabura, para el crecimiento de 38 especies arbóreas con fines de conservación ambiental, aplicando sistemas de información geográfica (SIG)* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7608>

- Cruz, M., Avila, F., & Lasso, E. (2016). *Flora del páramo de Matarredonda*. 4. <https://tinyurl.com/2o8p6psq>
- Cuesta, F., Bustamante, M., Maldonado, G., Devenish, C., Becerra, M. T., & Quiñonez, L. (2012). *Indicadores Para Evaluar Y Monitorear El Estado De La Biodiversidad En Los Andes Tropicales En El Contexto De Cambio Climático: Propuesta Metodológica Para Los Países De La Comunidad Andina* (F. Cuesta, M. T. Becerra, M. Bustamante, G. Maldonado, C. Devenish, & L. Quiñonez (eds.)).
- Cuesta, F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamante, M., Merino, A., Muriel, P., Freile, J., & Torres, O. (2015). Áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad en el Ecuador continental. *Ministerio de Ambiente, CONDESAN, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, GIZ*, 109. [http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/IT/IPVC final web.pdf](http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/IT/IPVC%20final%20web.pdf)
- Cueva, E., Lozano, D., & Yaguana, C. (2019). Efecto de la gradiente altitudinal sobre la composición florística, estructura y biomasa arbórea del bosque seco andino, Loja, Ecuador. *Bosque*, 40(3), 365–378. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002019000300365>
- Díaz, L. (2019). *Guía de plantas del Área de Conservación Histórica Alto Pita*. <https://tinyurl.com/2zqswr83>
- Dirección de Comunicación Ministerio del Ambiente y Agua. (2020). *Incendios forestales en el Mojanda y el Imbabura apagados con éxito*. <https://tinyurl.com/2eprzk24>
- Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos. (2020). Informe de Situación N° 009- Incendios Forestales. In *Alteraciones climaticas* (Vol. 009). <https://bit.ly/3eWYHCK>
- Dos Santos, J. (2011). *Interdependencia entre la restauración ecológica y la conservación natural*. 2(1), 24–28. <https://doi.org/20275846>

- Echeverría, X., & López, M. (2013). *Cantón Pedro Moncayo Proyecto: “ Generación De Geoinformación Para La Gestión Del Clima E Hidrología”*. 24. <https://tinyurl.com/2gdcctee>
- Fernández, D., Freire, E., Palacios, W., & Peñafiel, M. (2016). Plantas De Los Páramos Del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. In *Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales del Insitituto Nacional de Biodiversidad* (Vol. 2, Issue December). <https://tinyurl.com/2o2h68to>
- Ferriol, M., & Merle, H. (2012). Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. *Grupo Intergubernamental De Expertos Sobre El Cambio Climático*, 26(6), 236. <http://www.pnas.org/cgi/content/long/99/26/16812>
- Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. (2001). Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. In *Palaeontologia Electronica*. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Herrera, V. (2019). *Guía de flora de páramo del Parque Nacional Cotapaxi*. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Hofstede, R. (2001). El Impacto De Las Actividades Humanas Sobre El Páramo. In P. Mena, G. Medina, & R. Hofstede (Eds.), *Los Páramos del Ecuador. Particularidades, Problemas y Perspectivas* (pp. 161–185). <https://tinyurl.com/2nbbldd>
- Hofstede, Robert, Lips, J., & Jongsma, W. (1998). *Geografía, ecología y forestación de la Sierra alta del Ecuador*. <https://tinyurl.com/2ehypf7v>
- Ibarra, P., & Yetano, M. (2017). El estudio de la vegetación en Geografía. *Geographicalia*, 26, 165. https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.1989261915
- Jiménez, A., Urrego, L., & Toro, L. (2016). Evaluación del comportamiento de incendios de la vegetación en el norte de antioquia (Colombia): Análisis del paisaje. *Colombia Forestal*, 19(2), 161–180. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.2.a03>

- Llambí, L., Soto, A., Borja, P., Ochoa, B., Celleri, R., & Bievre, B. (2012). Páramos Andinos: Ecología, hidrología y suelos de páramos. In *Los suelos del Páramo*. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56477.pdf>
- Maldonado, S., Herrera, C., Gaona, T., & Aguirre, Z. (2018). Estructura y composición florística de un bosque siempreverde montano bajo en Palanda , Zamora Chinchipe , Ecuador. *Arnaldoa*, 25(2), 615–630. <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n2/a16v25n2.pdf>
- Males, N., & Sandoval, C. (2019). *Efectividad de estrategias de restauración para la recuperación del páramo de frailejones perturbado por incendios en Chalpatán, provincia del Carchi* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9407>
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G., & Gleiser, R. (2016). Manual de Ecología. Poblaciones: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. *Reduca*, 3(1), 71–79. <https://doi.org/10.21829/myb.1997.311380>
- Mena, P. (2010). Los páramos ecuatorianos: Paisajes diversos, frágiles y estratégicos. *Afese*, 54, 97–122. <https://tinyurl.com/2h5kvk98>
- Mena, P., & Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, 91–109. <https://tinyurl.com/2nfpalrl>
- Minga, D., Ansaloni, R., Verdugo, A., & Ulloa, C. (2016). Paramo De Cajas. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). Imprenta Don Bosco Centro Gráfico Salesiano. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ministerio del Ambiente. (2012). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. *Subsecretaría de Patrimonio Natural*, 186. <https://tinyurl.com/2l8ddr6m>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Quinto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica*.

- Ministerio del Ambiente. (2017). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030 - CALIDAD WEB.pdf* (p. 225). <https://tinyurl.com/2l353tpo>
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *Revista de Biología Tropical*, 49(3–4), 1300–1302. <https://tinyurl.com/2mlk6j8e>
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. *Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 24(5), 534–538. <https://doi.org/10.1080/01443610410001722590>
- Murcia, C., & Guariguata, M. (2014). La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades. In *La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades* (Issue June). <https://doi.org/10.17528/cifor/004519>
- Noboa, A. (2020). *Propuesta de restauración del ecosistema Bosque Nubaldo a escala local y de paisaje en Papallacta, en el Hotspot de conservación mundial Cayambe-Coca, Ecuador* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10407>
- Ocampo Zuleta, K. (2019). Modelo descriptivo de restauración ecológica en zonas afectadas por incendios forestales e invasión de retamo espinoso en los Cerros Orientales de Bogotá. *Acta Biológica Colombiana*, 24(1), 1–12. <https://doi.org/10.15446/abc.v24n1.71953>
- Oleas, N., Rios, B., Peña, P., & Bustamante, M. (2016). *Plantas de las quebradas de Quito. Guía práctica de identificación de plantas de ribera* (Primera ed). Ediecuatorial. www.trama.ec
- Ordenanza Bicantonal 022-2019 para la creación del área de conservación y uso sustentable “Mojanda,” 14 (2019). <https://tinyurl.com/2lov6yn4>
- Parra, Á., & Bernal, F. (2011). Introducción a la ecología del fuego. In Á. Parra (Ed.), *Incendios de la cobertura vegetal en Colombia* (Primera ed, p. 232). <https://doi.org/978-958-8713-03-8>

- Parra Ortega, S. L. (2013). Caracterización de coberturas vegetales, Páramo de Rabanal Cundinamarca-Boyacá. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 1–37. <https://tinyurl.com/2es5uny9>
- Pujos, L. (2013). *Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo de tres comunidades de la organización de segundo Unión de Organizaciones del Pueblo de Chibuleo* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2792>
- Ramírez, G. (2020). *Regeneración y sucesión vegetal post-quema en el páramo del cerro Atacazo, Pichincha, Ecuador* [Universidad Central del Ecuador]. <https://tinyurl.com/2fez6h26>
- Ramsay, P. M., & Oxley, E. R. B. (1996). Fire temperatures and postfire plant community dynamics in Ecuadorian grass páramo. *Plant Ecology*, 124(2), 129–144. <https://doi.org/10.1007/BF00045489>
- Rangel-Ch, J. O., & Velázquez, A. (1997). *Metodos de Estudio de la Vegetación. Colombia Diversidad Biotica II, 1*, 378.
- Rodríguez, J., & Leiton, M. (2020). Estrategias de restauración para el páramo de frailejones perturbado por incendios en el norte de Ecuador. *Ecosistemas*, 29(3). <https://doi.org/10.7818/ECOS.2018>
- Romero, H., Solano, R., Cueva, E., Delgado, F., Carpio, R., Ordoñez, Y., & Aguilar, M. (2014). *Guía de plantas nativas de la microcuenca del Río San Francisco*. Editores del Austro. <https://tinyurl.com/2ry5cr8u>
- Ruiz, S. A. (2017). *Manejo adaptativo de riesgos y vulnerabilidad en la zona lacustre de Mojanda*. <https://tinyurl.com/2jddznz6>
- Sarango, J., Muñoz, J., Muñoz, L., & Aguirre, Z. (2019). Impacto ecológico de un incendio forestal en la flora del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador. *Boisques Latitud Cero*, 9(2), 101–114.

- Sarmiento, C., Cadena, C., Sarmiento, M. V., & Zapata, J. (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. In *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. <https://tinyurl.com/2nuqq6q5>
- Sarmiento, L. (2014). *Regeneración de la vegetación de páramo después de un disturbio agrícola en la Cordillera Oriental de Colombia. January 2002*.
- Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025* (pp. 1–122). <https://tinyurl.com/2fufdbk6>
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2020). Informe de Situación - Incendios Forestales 021. Alteraciones climaticas. <https://tinyurl.com/2kkhlxu2Gil>
- Leguizamón, P. A., Morales-Puentes, M. E., & Jácome, J. (2020). Estructura del bosque altoandino y páramo en el Macizo de Bijagual, Boyacá, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 68(3), 765–776. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68i3.34912>
- Simula, M., & Mansur, E. (2011). Un desafío mundial que reclama una respuesta local. *Unasylva* 238, 62(2), 3–7. <http://www.fao.org/docrep/015/i2560s/i2560s01.pdf>
- Sklenár, P., & Balslev, H. (2005). Superpáramo plant species diversity and phytogeography in Ecuador. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 200(5), 416–433. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.flora.2004.12.006>
- Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. (2004). *Fundamentos de Restauração Ecológica*.
- Tapia, A., Flores, W., & León, M. (2021). Plantas comunes en un mosaico de páramo del Bosque protector El Hondón, Carchi, Ecuador. *Field Museum*. <https://tinyurl.com/2fl4nbfl>
- Vargas-Rios, O. (2000). *Sucesion regeneracion del páramo despues de quemas* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://tinyurl.com/2j9cuwjl>

- Vargas, O. (2002). Disturbios, patrones sucesionales y grupos funcionales de especies en la interpretación de matrices de paisaje en los páramos. *Perez-Arbelaezia*, 13(Febrero), 73–89. <https://tinyurl.com/2mze4s3l>
- Vargas, O. (2007). Guía Metodológica para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino. In *Grupo de Restauración Ecológica* (Issue November 2007).
- Vargas, O. (2013). Disturbios en los páramos andinos. *Disturbios en los páramos andinos*, January 2013, 39–57.
- Vargas, O., & Velasco-Linares, P. (2011). *Reviviendo nuestros páramos. Restauración ecológica de páramos*. 183.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. In C. Villa (Ed.), *Programa Inventarios de Biodiversidad; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Villota, A., Behling, H., & León-Yáñez, S. (2017). Three millennia of vegetation and environmental dynamics in the Lagunas de Mojanda region, northern Ecuador. *Acta Palaeobotanica*, 57(2), 407–421. <https://doi.org/10.1515/acpa-2017-0016>
- Vistin Guamantaqui, D. A., Muñoz Jácome, E. A., & Ati Cutiupala, G. M. (2020). Monitoreo del Herbazal del páramo una estrategia de medición del cambio climático en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo. *Ciencia Digital*, 4(2), 32–47. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i2.1195>