Plan de Conservación y Manejo

DE LAS ESPECIES DE FRAILEJONES

Presentes en el territorio CAR

John Eduard Rojas Rojas
Amanda Varela Ramírez
Karlos Osher Altsjor

Plan de Conservación y Manejo

DE LAS ESPECIES DE FRAILEJONES

Presentes en el territorio CAR

Plan de Conservación y Manejo

DE LAS ESPECIES DE FRAILEJONES

Presentes en el territorio CAR

Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, autor
Plan de conservación y manejo de los frailejones del territorio CAR /
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y Pontificia Universidad Javeriana.
Primera edición. - Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca:
Pontificia Universidad Javeriana, 2018.
200 páginas: ilustraciones; mapas y fotos 216 x 279 cm
Incluye referencias bibliográficas.

ISBN : 978-958-5480-17-9

1. Frailejones. 2. *Espeletia grandiflora*. 3. Ecología vegetal. 4. Páramos. 5. Frailejones - Distribución geográfica. 6. Biocenosis. 7. Población vegetal. 8. Ecosistemas. I. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias.

CDD 581.5 edición 21

Catalogación en la publicación - Pontificia Universidad Javeriana. Biblioteca Alfonso Borrero Cabal, S.J.

---

inp 07/12/2018

Autores
John Eduard Rojas Rojas
Amanda Varela Ramírez
Karlos Osher Altsjor

Revisores del texto
María Mercedes Medina Muñoz, Directora Oficina Restauración, Universidad [1]Católica Sedes Sapientiae, Lima, Perú.
Rodrigo Velosa, Universidad Santo Tomás, Villavicencio.
Diseño: Elizabeth Martín Martínez

© Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)
© Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)
Convenio 1836 de 2017 suscrito entre la Pontificia Universidad Javeriana y la corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).

Primera edicción 2018
ISBN: 978-958-5480-17-9
Pontificia Universidad Javeriana (PUJ)
Facultad de Ciencias
Unidad de Ecología y Sistemática
Línea de investigación: Ecología funcional y aplicada
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)
Edición, corrección de estilo, diseño gráfico editorial y armada electrónica
comunicaciones@simbiosis.co
Impresión: Simbiosis Ciencia y Publicidad.

DIRECTIVAS CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA

NÉSTOR GUILLERMO FRANCO GONZÁLEZ
Director General

JOSÉ ALFREDO SALAMANCA ÁVILA
Secretario General

CESAR CLAVIJO RÍOS
Director de Recursos Naturales

JOHN EDUARD ROJAS ROJAS
Coordinador Grupo Biodiversidad

DIRECTIVAS PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA (PUJ)

JORGE HUMBERTO PELÁEZ PIEDRAHÍTA. S.J.
Rector

LUIS DAVID PRIETO MARTÍNEZ, Ph.D.
Vicerrector Académico

LUIS MIGUEL RENJIFO MARTÍNEZ, Ph.D.
Vicerrector de Investigación

CARLOS RIVERA, Ph.D.
Director Departamento de Biología

Contenido

	Prólogo	10
	Presentación	12
	Introducción	13
1	ECOSISTEMAS DE PÁRAMO Y LOS FRAILEJONES	18
1.1	VEGETACIÓN	20
1.2	FRANJAS ELEVACIONALES DE ALTA MONTAÑA TROPICAL	21
1.3	TIPOS DE VEGETACIÓN	22
1.4	TAXONOMÍA DE LOS FRAILEJONES	23
2	ÁREA DE ESTUDIO: TERRITORIO CAR	26
2.1	LA JURISDICCIÓN CAR	26
2.2	VEGETACIÓN EN LOS COMPLEJOS DE PÁRAMO DEL TERRITORIO CAR	29
2.2.1.	Complejo Altiplano Cundiboyacense	29
2.2.2.	Complejo Chingaza	29
2.2.3.	Complejo Guerrero	30
2.2.4.	Complejo Iguaque - Merchán	30
2.2.5.	Complejo Rabanal - río Bogotá	31
2.2.6.	Complejo Cruz Verde - Sumapaz	31
2.3	EL ESTUDIO DE LOS FRAILEJONES EN EL TERRITORIO CAR	32
2.4	ASPECTOS SOCIOPOLÍTICOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO	35
2.4.1.	Caracterización Económico-Social de las zonas de páramo	36
2.5	CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS PARTICULARES	40
2.5.1.	Complejo Altiplano Cundiboyacense	40
2.5.2.	Complejo de páramo de Chingaza	40

2.5.3.	Complejo de páramo de Guerrero	42
2.5.4.	Complejo de páramo Iguaque-Merchán	42
2.5.5	Complejo de páramo de Rabanal - río Bogotá	42
2.5.6	Complejo de páramo Cruz Verde-Sumapaz(Corredor)	43
3	MARCO METODOLÓGICO DEL ESTUDIO DE LOS FRAILEJONES	46
3.1	ZONAS DE ESTUDIO Y ÁREA DE MUESTREO	46
3.2	SITIOS DE MUESTREO	48
3.3	REGISTRO DE DATOS	48
3.4	CALIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS FRAILEJONES EN EL TERRITORIO	50
3.4.1.	Determinación del riesgo sobre las especies	50
3.4.2.	Determinación de la vulnerabilidad (W) por especie	50
3.4.3.	Determinación del vigor (V) de las especies.	50
3.4.4.	Determinación de las amenazas (A) para las especies	51
3.5	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL	54
3.6	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	57
4	DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LOS FRAILEJONES EN EL TERRITORIO CAR	60
4.1	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS FRAILEJONES EN COLOMBIA	60
4.2	ESPECIES DE FRAILEJONES PRESENTES EN EL TERRITORIO CAR	64
4.2.1.	Géneros y especies	64
4.2.2.	Frailejones endémicos de la juridicción CAR	66
4.3	MAPAS DE PRESENCIA DE ESPECIES POR COMPLEJO	106
4.4	FRAILEJONES AMENAZADOS EN ANÁLISIS PRELIMINARES	112
4.5	ANÁLISIS DE ESTRUCTURA POBLACIONAL	114
4.6	AFECTACIONES POR MICROORGANISMOS	121
4.7	AMENAZAS ANTRÓPICAS Y PRESIONES	125
4.8	DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS ESPECIES DE FRAILEJÓN	128
4.9	MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES	131
4.10	LAS AMENAZAS A LOS FRAILEJONES DESDE LA PERSPECTIVA SOCIAL	150
5	LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS FRAILEJONES EN EL TERRITORIO CAR	156
5.1	MARCO NORMATIVO DE LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DE BIODIVERSIDAD CON ÉNFASIS EN ECOSISTEMA DE PÁRAMO	156
5.2	MARCO ESTRATÉGICO DE ACCIONES DE CONSERVACIÓN	162
5.3	LÍNEAS DE ACCIÓN	167
	GLOSARIO	189
	BIBLIOGRAFÍA	193

Prólogo

La biodiversidad es un bien estratégico para la sociedad, el desarrollo de los pueblos e incluso la permanencia de la especie humana en el planeta; su conservación demanda compromiso y responsabilidad ineludible de los estados, pero también recíprocamente de los habitantes de los territorios, bajo el principio fundamental que la afectación o perdida de ésta, en la mayoría los casos resulta irreparable, irreversible y sobretodo irreemplazable.

El contar con información y conocimiento actualizado, sistemático y objetivo sobre el estado de la bºiodiversidad y de manera específica sobre uno de sus componentes, como lo es la flora, resulta estratégico y fundamental para la generación de políticas públicas y marcos normativos, formular e implementar planes y acciones de preservación y restauración, desarrollar procesos educativos y de concientización, llevar a cabo el ordenamiento, planificación y manejo del territorio, entre otros.

La caracterización, diagnóstico, evaluación y monitoreo del estado de la riqueza florística, permite entre otros beneficios la identificación de aquellas especies que por su valor, importancia o estado de amenaza se constituyen en objeto y prioridad de conservación, a su vez que son indicadoras del estado de los diferentes ecosistemas. A partir de ese conocimiento e información, es que se puede de manera oportuna generar modelamientos y priorización de áreas de interés como corredores de conservación, áreas de manejo especial y acciones concretas y eficaces para la protección y conservación de esa riqueza natural.

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, en cumplimiento de su misión, estableció en su Plan de Acción 2016-2019, un proyecto prioritario dirigido a la conservación, protección y manejo de las especies de Flora Amenazadas; en el marco de dicho proyecto mediante una alianza estratégica con la Pontificia Universidad Javeriana realizó el diagnóstico y evaluación del estado y distribución de las especies de Frailejones presentes en el territorio CAR, específicamente en los ecosistemas de Páramos y Bosques Altoandinos, formuló el presente Plan de Conservación y Manejo, que se constituye en el instrumento fundamental para la gestión de la conservación, donde se definen los lineamientos y directrices, se establecen las líneas de acción, estrategias y actividades dirigidas a la ampliación del conocimiento, la recuperación, restauración y manejo de las especies y poblaciones, la sensibilización, educación y participación social, la articulación interinstitucional y se establecen las herramientas de monitoreo y seguimiento a mediano y largo plazo. Conscientes que los Frailejones, especies amenazadas propias de los Páramos, son de Todos, los que habitamos el Territorio CAR, los Colombianos y la Ciudadanía del Mundo, que poseemos el privilegio de tener y a su vez la enorme responsabilidad de preservar, presentamos el resultado de este esfuerzo entre la Autoridad Ambiental, la Academia y las comunidades del Territorio CAR, como estrategia de gestión para la conservación y protección de ese Patrimonio Natural.

Nestor Guillermo Franco González
Director General
Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR

Presentación

La conservación de los recursos naturales es ciertamente uno de los retos actuales más importantes a nivel global que las universidades, desde el corazón mismo de sus funciones sustantivas, están llamadas a atender. El Santo Padre Francisco en la Carta Encíclica Laudato Si nos señala: "Dado que todo está íntimamente relacionado, y que los problemas actuales requieren una mirada que tenga en cuenta todos los factores de la crisis mundial, propongo que nos detengamos a pensar en los distintos aspectos de una ecología integral, que incorpore claramente las dimensiones humanas y sociales".

Así, la concepción y oferta de nuevos programas académicos que aborden desde un diálogo interdisciplinario estas problemáticas, son necesidades prioritarias, más aún en países como el nuestro que, tras la superación del conflicto armado, requieren fortalecer la gestión del territorio, así como el manejo, aprovechamiento y conservación de sus recursos. En este sentido, nuestra Universidad, en el segundo semestre del 2019, ofrecerá la Maestría de Restauración Ecológica, en las modalidades de profundización e Investigación, justamente para formar recurso humano capaz de analizar las causas de degradación de los ecosistemas, es decir, la reducción de su capacidad para proporcionar bienes y servicios, los factores que puedan favorecer su restablecimiento, y los factores que pueden posibilitar su sostenibilidad en el tiempo.

Desde la investigación, las universidades también tenemos un papel preponderante en el estudio y abordaje de temáticas como la diversidad biológica, su inventario, manejo, conservación, bioprospección e impacto en las estructuras sociales y económicas locales y regionales; el acceso y gestión del agua, incluyendo el tratamiento y aprovechamiento de las aguas residuales o la contaminación de nuestros ríos y lagos por la actividad minera ilegal y su impacto en la salud de los pobladores ribereñas; la delimitación y conservación de los páramos y la variación climática, entre muchas otras. El conocimiento científico y técnico que aporta la investigación es crucial para la toma de decisiones informadas y responsables y las universidades debemos trabajar de cara al país, ayudando a solucionar sus desafíos.

La extensión, entendida como las consultorías, la educación continua y los servicios, son otro ángulo desde el cual las universidades podemos dar valor agregado a la gestión de nuestros recursos naturales, y, precisamente, este libro, es un claro ejemplo de ello.

Finalmente, las Colecciones Biológicas de la PUJ, conformadas por el Museo de Historia Natural, el Herbario y la Colección de Microorganismos, registradas en el Registro Nacional de Colecciones Biológicas (RNC), el Index Herbariorum y la Federación Mundial de Colecciones de Cultivos (WFCC) y el Centro Mundial de Datos para Microorganismos (WDCM); revisten una muestra de la contribución de nuestra Universidad a la divulgación, valoración, apropiación y uso de la biodiversidad colombiana.

Concepción J. Puerta, Ph.D.; Decana Facultad de Ciencias, PUJ

Introducción

La importancia del recurso hídrico para el país es indiscutible y por lo tanto también debe ser la preocupación por conservarlo. Los páramos, ecosistemas con una representatividad espacial relativamente pequeña, responden a la demanda de cerca del 70% del agua para el consumo de los habitantes de las ciudades andinas del país y para actividades productivas. Por tanto, cualquier amenaza o riesgo para el páramo se convierten en una amenaza y un riesgo directo para todos, de acuerdo con María Mercedes Medina, Coordinadora General del Programa Nacional para la Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte.

El territorio CAR comprende una extensión de área de 18.706,4 km^2, con presencia en 104 municipios: 98 pertenecientes al departamento de Cundinamarca, 6 al de Boyacá y la zona rural de Bogotá D.C. [GSC-PR-01-GI-01 VERSIÓN 4 30-12-2016]. Dentro de este territorio bajo la jurisdicción CAR se encuentran varios complejos de páramo que incluyen el páramo de Rabanal, el de Guerrero, el de Guacheneque, el de Chingaza, el de Sumapaz-Cruz Verde, el de Telecom-Merchán y el de Guargua laguna Verde, como ecosistemas de distribución potencial de especies de frailejones. De acuerdo con investigaciones anteriores se reporta que, en particular en los páramos alrededor de la Sabana de Bogotá, se registran por lo menos 18 especies de frailejones:

El frailejón orejudo (*Espeletia arbelaezii*), el frailejón plateado de Cundinamarca (*E. argentea*), el frailejón repollo de Cundinamarca (*E. barclayana*), el frailejón plateado boyacense (*E. boyacensis*), el frailejón de Cabrera (*E. cabrerensis*), el frailejón de San Cayetano (*E. cayetana*), el frailejón de Chocontá (*E. chocontana*), el frailejón mayor *E. grandiflora*), el frailejón de Guasca (*E. killipii*), el frailejón del mirador (*E. miradorensis*), el frailejón de Murillo (*E. murilloi*), el frailejón de Ráquira (*E. raquirensis*), el frailejón de Sumapaz (*E. summapacis*), el frailejón de las dantas (*E. tapirophila*), el frailejón de Chingaza (*E. uribei*), el frailejón liso (*Espeletiopsis corymbosa*), el frailejón de Arcabuco (*E. garciae*) y el frailejón de Rabanal (*E. rabanalensis*) (Díazgranados, 2012).

Aunque se encuentra en la parte alta de las montañas andinas el páramo es un ecosistema bastante amenazado y frágil por factores tanto naturales como antrópicos (van der Hammen *et al*.,1995). Como consecuencia de esto ha ocurrido una degradación y erosión del

suelo, desecación de áreas de turbera y pantanosas, lo que reduce las funciones ecológicas del páramo y provoca la pérdida de hábitat para especies de fauna y flora (Rangel, 2000). Asimismo, existen otras presiones antrópicas sobre este bioma como el crecimiento urbano (van der Hammen *et al.,* 2002), la explotación minera de materiales para construcción y minerales y el turismo mal manejado, entre otros (Cabrera & Ramírez, 2014).

De hecho, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha incluido cinco (5) especies del género Espeletia en alguna categoría de amenaza, según la resolución 192 de 2014, "Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones".

La ampliación de la frontera agrícola y pecuaria, la minería, la cacería y la ocupación ilegal, entre otras, han sido amenazas presentes desde hace décadas y desde diferentes caminos y actores se han venido buscando alternativas para su manejo. Sin embargo, ha aparecido una amenaza relativamente reciente, que es el cambio climático y la incertidumbre que rodea los posibles impactos que se desencadenan, como consecuencia de este, para el equilibrio del ecosistema y para las contribuciones de la naturaleza a la sociedad (i.e. servicios ecosistémicos) que éste provee. La fragilidad del páramo frente a eventos como el cambio climático (Congreso Mundial de Páramos, 2002), hace que esta amenaza sea muy alta para este ecosistema, debido a que la flora y fauna que lo componen muestran adaptaciones muy particulares a las condiciones extremas que este presenta (Smith & Young, 1987). De esta manera los cambios en las condiciones climáticas pueden afectarlas sensiblemente de forma negativa y reducir la franja de páramo por el aumento de temperatura, particularmente en el caso de la vegetación, que ha evolucionado con estrategias específicas para soportar las extremas condiciones climáticas.

El cambio climático es la causa más probable de la afectación de los frailejones, una confluencia de agentes bióticos que incluyen insectos herbívoros y hongos, que reducen su crecimiento, aumentan su tasa de mortalidad y disminuyen la capacidad de retención, de almacenamiento y de intercepción de agua. De allí surgió el interés por parte de varias instituciones, de identificar las causas de la afectación de los frailejones para establecer las medidas participativas para su manejo y control. Es así como en agosto de 2011 se firma un convenio marco entre la Pontificia Universidad Javeriana, la Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, la Sociedad Colombiana de Entomología, la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia y Patrimonio Natural, Fondo para la Biodiversidad y las Áreas Protegidas, para conformar el Programa Nacional para la Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte.

Esta afectación pone en riesgo a las poblaciones de las diferentes especies de frailejones, algunas de condición endémica y por lo tanto afecta de manera importante, tanto la integridad ecológica de los páramos, como la oferta de las contribuciones de la naturaleza a la sociedad, por ejemplo, la regulación hídrica, comprometiendo a mediano y largo plazo el suministro de agua para las ciudades que se encuentran dentro de su región de influencia.

Las investigaciones dentro del mencionado Programa nos han permitido identificar algunos de los insectos lepidópteros y coleópteros que causan herbivoría, hongos patógenos que infectan y causan la muerte de los frailejones, páramos con altos niveles de mortalidad de frailejones, y alternativas de control y manejo a partir de las mismas especies nativas como controladoras. Además, se han ido registrando nuevos reportes de la afectación en páramos en Colombia, Venezuela y Ecuador.

Dentro de este marco la Corporación Regional de Cundinamarca - CAR y la Pontificia Universidad Javeriana han unido esfuerzos para contribuir a la investigación que viene desarrollando el Programa Nacional para la Evaluación del Estado y Afectación de los Frailejones en los Páramos de los Andes del Norte, en torno a la problemática del daño y mortalidad aumentada que presentan los frailejones de diferentes especies en páramos de las tres cordilleras colombianas, en el Ecuador y en Venezuela.

Dada la importancia que tiene la conservación de los páramos para la protección de fuentes de agua dulce para las sociedades humanas, los frailejones que habitan en ellos se constituyen no solo en una planta emblemática, sino en elemento de conservación indispensable para el mantenimiento de la integridad del páramo. Así, se ha querido establecer el estado de las distintas poblaciones de frailejones que se encuentran en el territorio CAR, y establecer qué páramos y zonas dentro de estos requieren mayor atención, con el fin de conservar dichas especies y, proponer y tomar las acciones a las que haya lugar.

Lo anterior no sería posible sin el concurso de los pobladores de las zonas de páramo y de las áreas circundantes a estos, ya que por su permanencia en el territorio, son los llamados a participar de manera activa, junto con las instituciones públicas y privadas pertinentes, en la gestión y acciones de conservación y manejo de los páramos. De allí que este plan de conservación y manejo que acá presentamos no solo es el esfuerzo de científicos apasionados por los páramos, sino de los pobladores que gentilmente contribuyeron con su participación e ideas a definir las estrategias de conservación y manejo aquí planteadas.

Amanda Varela Ramírez, Investigadora principal, Pontificia Universidad Javeriana

EQUIPO DE TRABAJO

COPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA (CAR)

John Eduard Rojas Rojas, Supervisión, Coordinador Biodiversidad, Dirección de Recursos Naturales
Juan Camilo Duque Yate, Biólogo
Jorge Armando Lemus Sandoval, Ingeniero Geógrafo y Ambiental
Stefani Paola Martínez Garzón, Trabajadora Social

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA (PUJ)
Amanda Varela Ramírez, Directora Laboratorio de Ecología de Suelos y Hongos Tropicales -LESYHT-

COMPONENTE CIENTÍFICO Y TÉCNICO
Coordinación Investigación
Investigador principal: Amanda Varela Ramírez - Ph.D. en Ciencias Biológicas
Coinvestigador: Jorge Hernán Jácome Reyes - Ph.D. en Ciencias Biológicas
Asesora determinación riesgo: Betsy Viviana Rodríguez Cabeza - M.Sc. Biología
Asesor identificación frailejones - Mauricio Díazgranados - Ph.D. Biology

Procesos en campo
Líderes de Grupo
Sergio Andrés Venegas Carrillo - Biólogo
David Esteban Granados Zárate - Biólogo

Profesionales
Juan Manuel Arboleda Camacho - Ingeniero Ambiental
Laura Téllez Pérez - Bióloga
Jessica Zapata Echavarría - Ingeniera Forestal
Sergio Nicolás Medellín Ribón - Biólogo
María Alejandra Sepúlveda Cáceres - Bióloga

Componente Social
Coordinadora: Erika Salazar Sanabria - M.Sc. Conservación y uso de la biodiversidad
Comunicadora social: Yira Tatiana Onzaga Barreto - M.Sc. Relaciones Internacionales

Componente Gestión de la Información
SIG: Jaime Iván Burbano Girón - M.Sc. Ciencias Biológicas, Especialista en Sistemas de Información Geográfica –SIG, Especialista en Estadística.
Apoyo al Análisis espacial y SIG Natalia Buriticá Mejía - Ecóloga

Información Muestreo
Andrés Ricardo Morales Duque - Biólogo, Especialista en matemática aplicada

Componente de análisis ambiental y Administración proyecto
Karlos Osher Altsjor - Especialista en Gestión Ambiental, Administrador Público, Técnico en manejo ambiental

CAPÍTULO 1

ECOSISTEMA DE PÁRAMO Y LOS FRAILEJONES

1. ECOSISTEMAS DE PÁRAMO Y LOS FRAILEJONES

La palabra páramo procede del latín paramus, nombre dado por los conquistadores españoles a las zonas del norte de los Andes que eran altas, inhóspitas, frías y con vientos y lluvias constantes, que recordaban a la península Ibérica (Luteyn, 1999).

El páramo, en el sentido amplio, es decir como un piso elevacional ecológico, se encuentra en todos los continentes dentro de la franja intertropical (Monasterio, 1981), extendiéndose desde los 11° norte hasta los 8° sur en el planeta. El nombre que se le da a las diferentes y distintivas formaciones vegetales, permite identificar al páramo como ubicado en el norte de los Andes; la puna en los Andes centrales, la afroalpina en las montañas del oriente de África y la alpino-tropical en Malasia. Aunque la afroalpina y la alpino-tropical corresponden fisionómicamente bastante al páramo andino, muchas veces se ha denominado páramo, por simplicidad, a toda la vegetación por encima de la línea de árboles de las montañas tropicales. Sin embargo, su nombre se ha asociado con las amplias zonas yermas, desprovistas de árboles de las montañas del norte de los Andes, en América tropical (Monasterio & Vuilleumier,1986), y es en este sentido que lo abordamos en este libro. El límite latitudinal, hacia el norte, de los páramos está en Costa Rica y, hacia el sur, al norte del Perú (Fundación Ecosistemas Andinos, 1995).

Este ecosistema, localizado entre el bosque andino y el límite inferior de las nieves perpetuas puede ser observado en Sudamérica como un corredor ininterrumpido que cubre 35.000 km^2 y se extiende desde la cordillera de Mérida en Venezuela hasta la depresión de Huancabamba en el norte del Perú, con dos complejos aislados correspondientes a los páramos en Costa Rica y la Sierra Nevada de Santa Marta. En Colombia la zona paramuna cubre cerca de 1.923.987 ha, correspondientes al 1,7% del área nacional y su mayor extensión y diversidad se localiza a lo largo de la Cordillera Oriental desde Tamá hasta el gran complejo de paramos del Macizo de Sumapaz (Hofstede, 2002; Hofstede *et al.*, 2003; Rangel-Ch. *et al.*, 2000, MMA 2002). En la Cordillera Occidental se observa como pequeñas extensiones sobre las cumbres de las montañas. Altitudinalmente, dependiendo de la zona los páramos se pueden encontrar entre los 3.000 m de altitud; no obstante, se han registrado páramos azonales sobre los 2.500 m de altitud como es el caso en el Valle de Guamuéz en Nariño-Putumayo (Hofstede, *et al.*, 2014).

En el Ecuador, se reconoce una extensión aproximada de 1.337.119 ha, correspondientes al 5% del territorio nacional (Beltrán, *et al.*, 2009). Se localizan desde el límite con Colombia, a lo largo de las cordilleras Oriental y Occidental, hasta llegar a Perú. Sobre la cordillera Oriental se extienden de forma casi ininterrumpida desde Carchi hasta Cañar, y sobre la cordillera Occidental se observa de forma fragmentada. Hacia

la zona centro y norte de Ecuador, altitudinalmente se ubican sobre los 3.500 m de altitud, pero ya hacia el sur en Azuay-Loja se observan desde los 3.000 m de altitud (Hofstede, *et al*., 2014).

En Perú, se ubica en la cordillera de Los Andes y la cordillera de Guamaní entre los 3.000-3.600 m de altitud, sobre las cumbres que drenan hacia las cuencas de los ríos Calvas, Quiroz, Piura, Huancabamba y Chinchipe (Hocquenghem, 1998). Se considera que la depresión del Huamcabamba es el límite entre el páramo y la jalca (Hofstede, *et al*., 2014).

En Venezuela, el páramo se localiza por la cordillera de Mérida, serranía de Tamá, serranía de Trujillo y sierra de Perijá, con una extensión de 2.666.000 ha aproximadamente, de las cuales el 75% se ubican en el estado de Mérida. Altitudinalmente se ubican sobre los 3.000 m de altitud; sin embargo, hacia el centro y sur de Táchira en límites con Trujillo-Lara se registran algunos con menor altitud (Monaterio & Molinillo, 2003) (Hofstede, *et al*., 2014).

Finalmente, en Centroamérica se reconocen 17.000 ha de páramo sobre la cordillera de Talamanca en Costa Rica (15.000 ha) y Panamá (2.000 ha), en 13 extensiones pequeñas y aisladas entre sí, en un rango altitudinal de los 3.000 - 3.812 m. En Costa Rica se distribuyen en el macizo del Cerro Chirripó, Cerro de la Muerte, Cerro Kamuk, Cerro Buenavista y Cerro Vueltas. En Panamá, en las cimas de los cerros Fábrega, Itamut y Echandi (Hofstede, *et al*., 2014).

Los páramos en Colombia albergan una gran diversidad y un amplio número de especies endémicas, contenidas en un área de 2.906.137 ha, equivalentes al 2,5% de área continental del país (Sarmiento *et al*., 2013) y al 50% del área total de páramos en el mundo; siendo Colombia el país que posee la mayor superficie de este bioma (Cabrera & Ramirez, 2014).

Los páramos están catalogados como los ecosistemas de alta montaña más biodiversos del mundo. Luteyn (1999) registró un total de 254 familias, 865 géneros y 4697 especies de plantas vasculares, briófitos y líquenes. Para Colombia, Rangel-Ch (2000) reportó 118 familias 567 géneros y 3380 especies de plantas con flores, 459 especies de musgos (Linares *et al*., 2000), 423 especies de hepáticas (Uribe & Rangel, 2000), 345 especies de helechos (Murillo 2000) y 254 especies de líquenes (Sipman *et al.,* 2000). De la totalidad de especies vegetales presentes en este ecosistema cerca del 21% son endémicas y cuatro de estas son consideradas con distribución amplia encontrándose entre 8 y 10 departamentos (Moreno *et al*., 2018).

La alta montaña tropical se caracteriza por presentar condiciones ambientales particulares, dentro de las que sobresalen temperaturas promedio bajas con fuertes variaciones entre el día y la noche, estacionalidad hídrica, aporte permanente de agua en forma de niebla, altos niveles de radiación solar, suelos húmedos pobres en nutrientes y bajas tasas de descomposición (Cleef,1978, Squeo *et al*., 1991; Monasterio & Sarmiento, 1991; Azócar & Rada, 2006). Adicionalmente, la principal característica geomorfológica de los páramos se relaciona con el modelado glaciar y la actividad volcánica. El material parental está relacionado principalmente con rocas sedimentarias en la Cordillera Oriental, e ígneas y metamórficas en la Cordillera Central, en ambas recubierto por mantos de ceniza volcánica (Sánchez Espinoza, 2013).

Figura 1. *Espeletia incana* en Complejo Iguaque – Merchán. Se observa las hojas dispuestas en roseta y la presencia de necromasa que funciona como aislante térmico y reservorio de nutrientes (Monasterio & Sarmiento, 1991).

1.1 VEGETACIÓN

Fisionómicamente, el páramo se caracteriza por presentar vegetación principalmente abierta de tipo arbustivo y herbáceo, la cual se extiende por encima del límite elevacional superior de los bosques altoandinos. Las rosetas, macollas, bambusoides, cojines, y arbustos siempreverdes con hojas pequeñas coriáceas, son las formas de crecimiento típicas de este ecosistema (Cleef, 2013). Múltiples autores han generado propuestas de clasificación de las especies en formas de vida y su uso como estrategia para relacionar la forma de crecimiento de las plantas con su respuesta adaptativa al ambiente (Raunkier, 1934; Hedberg, 1964; Ellemberg & Müller-Dombois, 1967; Vareschi, 1970; Ramsey & Oxley,1997) (Figura 2).

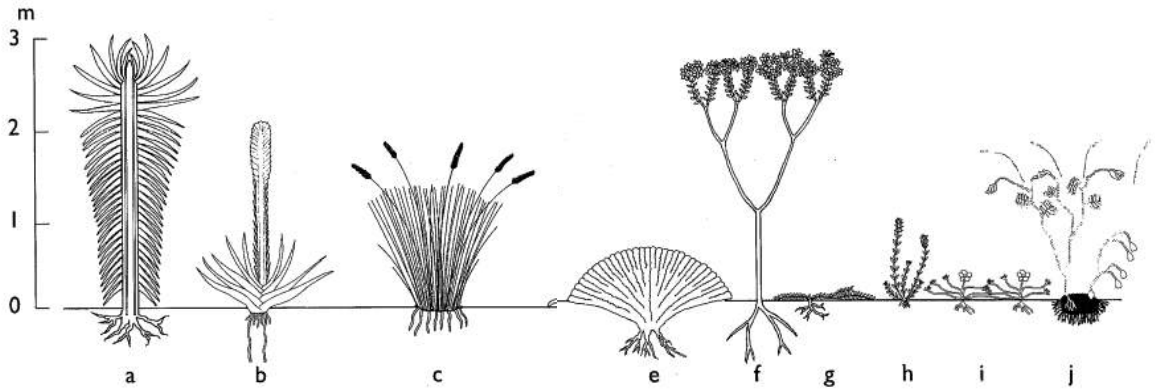


Figura 2. Formas de crecimiento típicas del páramo: (a) Rosetas caulescentes; (b) Rosetas basales; (c) Macolla; (d) Roseta acaulescente; (e) Cojines y tapetes (f) Arbustos erectos; (g) Arbustos postrados; (h) Hierbas erectas; (i) Hierbas postradas (j) Hierbas rastreras y trepadoras. Modificado de Ramsey & Oxley, 1997.

1.2 FRANJAS ELEVACIONALES DE ALTA MONTAÑA TROPICAL

Las franjas elevacionales son áreas delimitadas por variables diversas y características comunes. Tales limitaciones en algunos casos corresponden a las alturas de terrenos con el referente del nivel del mar; básicamente los cambios de elevación también generan diferentes características de coberturas vegetales.

La zona de franja altoandina se distingue entre los 3.000 y 3.200 m, donde su paisaje es una zona de cambio entre vegetación cerrada y la vegetación abierta de la alta montaña. Entre su vegetación dominan especies de *Herperomeles* (mortiños), *Weinmania* (encenillo), *Clethra* y *Escallonia* (tibar, rodamonte). De igual manera es muy común encontrar especies de *Drimys granadensis*, *Gynoxys* y *Vallea stipularis* (Rangel, 2000).

Páramo Bajo (subpáramo). Esta franja se ubica entre los 3.200 y 3.600 m de elevación, donde su vegetación dominante es de especies arbustivas y matorrales tales como *Pernettya, Vaccinium, Bejaria* y *Gaultheria* (Ericaceae), Gynoxys, Pentacalia y *Diplostephium* (Astereaceae) y diferentes especies del género Hypericum. Generalmente esta vegetación tiene contacto con vegetación de franja altoandina, generando comunidades mixtas (Rangel, 2000).

Páramo propiamente dicho. Sus límites se extienden desde cerca de los 3.600 hasta los 4.100 m de elevación. Su diversidad en cuanto a vegetación se encuentra al más alto nivel; sin embargo, existe una dominancia de pajonales con especies de *Calamagrotis*, frailejonales o rosetales con especies de *Espeletia* y chuscales de *Chusquea tessellata* (Rangel, 2000).

Superpáramo. Franja que se extiende desde los 4.100 m de elevación hasta el límite inferior de las nieves perpetuas. En sus paisajes predomina un sustrato rocoso y suelos desnudos, debido a la discontinuidad vegetativa que se presenta. Sin embargo, es común encontrar vegetación de tipo prado como lo son las especies del género Draba o especies como *Senecio canescens* y *S. isabelis*. También es frecuente encontrar matorrale con especies de *Loricaria* (Rangel, 2000).

1.3 TIPOS DE VEGETACIÓN

Dinámica de la vegetación. A grandes rasgos, es bien sabido que la dinámica de las comunidades vegetales se encuentra inmersa dentro de una heterogeneidad ambiental, que comprende diferentes componentes, entre los cuales sus factores más importantes dentro de un ecosistema son: clima-biota-suelo (Vargas & Pedraza, 2004).

Cada uno de estos factores tiene su propia historia y su origen, al igual que cada uno sufre cambios a ritmos diferentes pero que al estar relacionados de manera tan estrecha, cualquier cambio en un solo factor va a tener repercusiones en el desarrollo de los otros factores. Comúnmente los cambios de estos factores en un ecosistema como lo es el páramo se manifiestan en la disponibilidad de agua y nutrientes (relación directa con la vegetación). Se ha observado con el tiempo la manera como los ecosistemas de páramo se encuentran sometidos a todo tipo de disturbios, tanto de tipo de antrópicos (pastoreo, fuego, agricultura) como naturales (heladas, vientos, deslizamientos, fuegos naturales entre otros) (Vargas & Pedraza, 2004).

Estos disturbios actúan de manera directa sobre los tres factores mencionados anteriormente, teniendo mayor incidencia en gradientes como lo son: los elevacionales, topográficos, hídricos, nutrientes, florísticos y faunísticos. Todos estos gradientes, vinculados dentro de los tres factores, tienen una relevancia en los patrones de vegetación, afectando su estructura y composición de manera directa. Esto se debe a una retroalimentación en procesos de gran y pequeña escala dentro del ecosistema, teniendo como consecuencia efectos en la capacidad productiva del ecosistema, mediante diferentes vías como: adicionando o removiendo biomasa, cambiando la tasa de sucesión vegetal (principalmente por cambios en las interacciones competitivas de las plantas), reciclaje de nutrientes (Pickett & White, 1985; Hobbs & Huennecke, 1992).

La dinámica de los páramos es relativamente lenta, ya que la temperatura disminuye la tasa de los procesos fisiológicos, por ende, es un tipo de vegetación en la que no se generan grandes cambios en el tiempo. Quizás en mayor cambio se da en el límite inferior de la franja de páramo propiamente dicho, donde cambios en la cobertura de bosques o matorrales generan la paramización del área, la cual es entendida como una conversión de sistemas cerrados de bosque y matorral a ecosistemas herbáceos por una sucesión secundaria a un disturbio antrópico

.

Vegetación Cerrada (bosques achaparrados). Principalmente en sus bosques predomina el encenillo, dominando por especies del género Weinmannia. Debido a los deterioros que se han sufrido estos bosques por la deforestación y tala, ya no es común encontrar continuidad en los bosques, dando paso a un paisaje de manchas de bosque. En estas manchas es común encontrar cucharos (*Geissanthus andinus*), manzanos (*Clethra fagifolia* y *C. fimbriata*), tunos (*Miconia* spp.), canelos (*Drimys granadensis*) y mortiños (*Hesperomeles goundotiana*) entre otros. Estas manchas se caracterizan en muchos casos por encontrarse en zonas húmedas y abrigadas, donde sus especies pueden alcanzar entre los 4 y 6 m de altura (Vargas & Pedraza, 2004).

También es muy común en zonas de ladera no muy inclinadas, con suelos rocosos y sitios turbosos encontrar bosques dominados por el género Polylepis, característico por su corteza rojiza y hojas verde-grisáceo. A nivel de sotobosque, es común encontrar especies de los géneros *Coprosma, Moritzia, Oxalis, Ribes,* entre otras (Vargas & Pedraza, 2004).

Vegetación Abierta (páramo)

• **Matorrales.** Se ubican desde el páramo bajo hasta el superpáramo, donde su vegetación es arbustiva- leñosa. Principalmente dominado por especies del género *Pentacalia* y *Diplostephium* (Asteraceae), *Hypericum* y *Castilleja* (Rangel, 2000).

• **Pastizales-Pajonales.** Vegetación herbácea, donde dominan principalmente las gramíneas. Se ubican generalmente desde el páramo propiamente dicho hasta el superpáramo. Esta ampliamente representado por especies de los géneros *Calamagrostis, Cortaderia* y *Agrostis* (Rangel, 2000).

• **Frailejonales-Rosetales.** Se puede ubicar desde el páramo bajo hasta el límite con las nieves perpetuas; sin embargo, su mayor representatividad se encuentra en la franja del páramo propiamente dicho. Predominan las especies de estrato arbustivo emergente como las rosetas de *Espeletia* y *Espeletiopsis*. De estos dos géneros, la mayoría de las comunidades de la cordillera Oriental de Colombia está dominada por el género Espeletia, siendo las más comunes *E. grandiflora, E. lopezii* y *E. phaneractis* (Rangel, 2000).

• **Prados-Turberas-Tremedales o agrupaciones de plantas en cojín.** Vegetación de estrato herbáceo, pero de baja cobertura o de estrato rasante. Dentro de estos se incluyen cojines-almohadillas con especies de Azorella, cojines de Orebolus, colchones *compactos de Distichia muscoides* y *Asteraceas* de los géneros *Werneria* y *Xenophillum* (Rangel, 2000).

• **Chuscales.** Dominado generalmente por el *bambú paramuno* o especies del género Chusquea, ubicado en sitios húmedos, incluso pantanosos. Puede ser vegetación azonal en orillas de lagunetas y cuerpos de aguas o vegetación zonal, cubriendo grandes extensiones de manera homogénea (Rangel, 2000).

• **Rosetales con especies de Puya.** Se establecen en la colmatación de lagunetas y launas de páramo, siendo muy frecuentes las rosetas de especies de puya (*P. santosii, P. goudotiana, P. trianae*) (Rangel, 2000).

• **Rosetales bajos.** Comúnmente ubicadas en la franja de superpáramo, donde las comunidades vegetales comparten características de suelos sueltos, pedregosos y con baja cobertura. Dominan especies del género Draba (*D. litamo, D. hamenni, D. rositae, D. hallii*). Especies acompañantes son muy reducidas pero las más comunes son especies de los géneros *Poa, Cerastium, Agrostis, Pentacalia y Pernettya* (Rangel, 2000).

1.4 TAXONOMÍA DE LOS FRAILEJONES

Los frailejones hacen parte de la familia Compositae o Asteraceae, y conforman la subtribu Espeletiinae Cuatrec., clasificada dentro de la tribu Millerieae (Díazgranados, 2012). En la actualidad la subtribu contiene 8 géneros, 144 especies, 17 subespecies, 22 variedades y 8 formas (Cuatrecasas, 2013; Díazgranados, 2012a; Díazgranados y Morillo, 2013; Díazgranados y Sanchez, 2013; Díazgranados y Sanchez, 2017). Ha sido resaltada como uno de los grupos de plantas de evolución más rápida (Madriñán *et al.*, 2013), con un rol de la geografía predominante en los procesos de radiación adaptativa (Díazgranados y Barber, 2017).

Los frailejones se encuentran en la gran mayoría de los páramos de Colombia únicamente, Venezuela y Ecuador, normalmente por encima del límite elevacional de los bosques, aunque algunas especies se encuentran adaptadas a condiciones de bosque (Díazgra-

nados, 2013). Colombia es el país más diverso en frailejones, con 88 especies reconocidas, seguido por Venezuela con 68 y Ecuador con una sola especie. Solo 14 especies son compartidas entre Colombia y Venezuela, y la mayoría de las especies tienen distribuciones restringidas a uno o unos pocos complejos de páramos, con un muy alto nivel de endemismo. De los 8 géneros de la subtribu (Carramboa, Coespeletia, Espeletia, Espeletiopsis, Libanothamnus, Paramiflos, Ruilopezia y Tamania), 7 se encuentran en el país, quedando por fuera solo Carramboa, un género venezolano restringido a los bosques de la Cordillera de Mérida. Finalmente, para los páramos del altiplano cundinamarqués se registran por lo menos 18 especies de frailejones, de las 88 especies registradas para Colombia (Díazgranados, 2016).

La subtribu se reconoce por una serie de rasgos morfológicos característicos: hábito de roseta caulescente; características xeromórficas, como pubescencia abundante u hojas coriáceas o esclerófilas; filotaxia con hojas opuestas a lo largo del tallo, densamente agrupadas, generalmente sésiles o pseudopecioladas; capítulos con flores del radio liguladas y cipselas sin papus. En términos generales, es muy fácil distinguir un frailejón de otras plantas. Sin embargo, a pesar de los numerosos estudios, la identificación taxonómica a nivel de especie es muy compleja, debido a la presencia de caracteres continuos y frecuente variabilidad intraespecífica. Además, existen frecuente hibridación e introgresión entre especies simpátricas y parapátricas, incluso con la generación de especies de origen híbrido (Díazgranados & Barber, 2017).

Los frailejones carecen de estructuras que faciliten la dispersión a larga distancia, lo cual promueve el aislamiento geográfico, favoreciendo los procesos de especiación alopátricos (Díazgranados & Barber, 2017). Así, en muchas la polinización se lleva a cabo mayormente por himenópteros (abejas o abejorros, como Bombus, Colletes y Apis) con limitado rango de dispersión. Es posible que muchos otros insectos como moscas (Syrphidae y Bibionidae), escarabajos (Curculionidae y Elateridae), coleópteros polífagos (Staphylinidae), y polillas nocturnas (Noctuidae) tengan un rol importante en la polinización. Por otra parte, estudios de polinización sugieren que los frailejones son autoincompatibles, por lo que su supervivencia puede verse afectada por la reducción del tamaño poblacional, bien sea de las plantas o de los polinizadores.

La dispersión a larga distancia de los frailejones también se encuentra bastante limitada. Las cipselas (semillas) carecen de mecanismos de recompensa para dispersores y de papus (vellos que permiten la dispersión por el viento, como las semillas del diente de león). Por eso, las poblaciones de frailejones en páramos distantes permanecen relativamente aisladas, como si estuvieran en islas oceánicas. Se cree que en el pasado la migración de frailejones entre complejos de páramos y entre cordilleras pudo haber sido facilitada por las fluctuaciones elevacionales de los páramos a través de las numerosas glaciaciones e interglaciaciones del Pleistoceno, facilitando la hibridación de poblaciones previamente aisladas durante las glaciaciones, e intensificación del aislamiento y especiación alopátrica durante las interglaciaciones (Díazgranados & Barber, 2017).

Los frailejones cumplen una función clave en el sostenimiento del ecosistema de páramo, y en la prestación de servicios ecosistémicos. Existen amplios reportes de las interacciones planta-animal-hongo con más de 150 especies reportadas interactuando con los frailejones, incluyendo artrópodos, moluscos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos (Díazgranados, 2015; García *et al.*, 2005). Los frailejones también contribuyen con la regulación del recurso hídrico en el páramo acumulando agua en sus tejidos, previniendo la erosión del suelo y produciendo la mayoría de la biomasa y necromasa en el ecosistema, la cual actúa como una esponja.

CAPÍTULO 2

ÁREA DE ESTUDIO: TERRITORIO CAR

2. ÁREA DE ESTUDIO: TERRITORIO CAR

2.1 LA JURISDICCIÓN CAR

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, como Autoridad Ambiental tiene la responsabilidad de administrar y proteger el medio ambiente en un territorio con un área de 18.294 km^2, que equivale a 1.829.000 ha, correspondiente a 104 municipios, 98 pertenecientes al departamento de Cundinamarca, 6 al de Boyacá y el área rural de Bogotá D.C.

El territorio de la jurisdicción CAR, se caracteriza por ser una de los más variados en el país, debido al gradiente elevacional que oscila entre los 150 y los 4.150 m, permite encontrar desde el piso térmico cálido en las orillas del rio Magdalena hasta el páramo alto en Sumapaz, con condiciones que fluctúan desde la árida presente en Ráquira (Boyacá) hasta húmedas en las cuencas de los ríos Blanco y Negro. Presenta régimen de lluvias unimodal hacia la cuenca alta del rio Bogotá y la del rio Garagoa y bimodal el resto del territorio. La jurisdicción comprende cuatro zonas fisiográficas dominantes, el valle del rio Magdalena, las formas de montaña en la vertiente occidental de la cordillera Oriental, las formas de alta montaña de la vertiente oriental de la cordillera Oriental, y las planicies fluvio lacustres de los ríos Bogotá y Ubaté-Suarez. El resto de la Jurisdicción CAR hace parte de la cuenca alta del rio Orinoco que corresponde a los ríos Blanco, Guatiquía y Gachetá.

Por otra parte, en el territorio se encuentran 10 subzonas hidrográficas, correspondientes a los ríos Bogotá, Negro, Sumapaz, Seco, Alto Suarez, Minero, Garagoa, Guayuriba, Medio y Bajo Suarez y Guavio. Por estar situados en un territorio tan heterogéneo le permite agrupar una alta diversidad biológica, se estima en aproximadamente 397 familias de plantas con cerca de 7.540 especies. La riqueza natural y especifica ha conllevado a que hayan declarado 39 áreas protegidas en diferentes categorías, correspondientes desde Parque Regional Natural, Reservas Forestales con una extensión de 225.504 hectáreas, que corresponden a un 12,5% del territorio, 14 áreas complementarias de conservación con 100.938 hectáreas, que representan un 5,6% del territorio. Se encuentran diversos tipos de ecosistemas tales como Bosque Seco, Bosques Húmedos Andinos, Humedales y Páramos, que se distribuyen a lo largo de las diferentes zubzonas hidrográficas. Los primeros principalmente en los ríos Seco, parte baja del Bogotá y parte del Negro, los Bosques húmedos Andinos en las zonas media y alta de los ríos Bogotá, Negro, Sumapaz, Medio y Alto Suarez, los humedales en las zonas alta y media del Bogotá, Sumapaz, Negro, Minero Suarez, principalmente y los Paramos en las de los ríos Bogotá, Sumapaz, Negro En la jurisdicción de la Corporación total o parcialmente se encuentran los complejos de Páramo de Rabanal-Río Bogotá, Guerrero, Chingaza, Cruz Verde-Sumapaz, Iguáque-Merchán y Altiplano Cundiboyancese, que ocupan un

área aproximada de 223.729 Hectáreas de la jurisdicción, lo que equivale a cerca del 12,4 % del territorio. Son uno de los ecosistemas más vulnerables y amenazados, su extensión se ha venido reduciendo de manera significativa en relación a otros, lo que los hace muy frágiles a los efectos globales del cambio climático y a la actividad humana. Las principales causas locales de la degradación se deben a la introducción y expansión de la agricultura, la ganadería y la creciente actividad minera, el desarrollo de obras de infraestructura, la introducción y expansión de especies invasoras, los incendios la tala indiscriminada, entre otras. Una de las características únicas del ecosistema de páramo es la presencia de las especies de Frailejones, plantas con una inusual forma de vida, solo encontrada en sistemas tropicales de alta montaña.

Figura 3. Área de estudio del territorio CAR.

Tradicionalmente la presencia de frailejones se ha asociado al ecosistema de páramo. De hecho, la definición biológica de este ecosistema propuesta por Cuatrecasas (1958) describe al páramo propiamente dicho como un pajonal - frailejonal. Varias especies pueden crecer tanto en páramos propiamente dichos como en bosques altoandinos. Actualmente se está presentando en los páramos mucha mortalidad de individuos de frailejón por diferentes causas: cambios en las redes tróficas, aumento de plagas, entre otros. En escenarios de cambio climático este problema puede ser mucho más grave.

De acuerdo con investigaciones recientes se reporta que en particular en los páramos alrededor de la Sabana de Bogotá se registran por lo menos 18 especies de frailejones: El frailejón orejudo (*Espeletia arbelaezii*), el frailejón plateado de Cundinamarca (*E. argentea*), el frailejón repollo de Cundinamarca (*E. barclayana*), el frailejón plateado boyacense (*E. boyacensis*), el frailejón de Cabrera (*E. cabrerensis*), el frailejón de San Cayetano (E. cayetana), el frailejón de Chocontá (*E. chocontana*), el frailejón mayor E. grandiflora), el frailejón de Guasca (*E. killipii*), el frailejón del mirador (*E. miradorensis*), el frailejón de Murillo (*E. murilloi*), el frailejón de Ráquira (*E. raquirensis*), el frailejón de Sumapaz (*E. summapacis*), el frailejón de las dantas (*E. tapirophila*), el frailejón de Chingaza (E. uribei), el frailejón liso (*Espeletiopsis corymbosa*), el frailejón de Arcabuco (*E. garciae*) y el frailejón de Rabanal (*E. rabanalensis*) (Díazgranados, 2012).

Aunque se encuentra en la parte alta de las montañas andinas el páramo es un ecosistema bastante amenazado y frágil por factores tanto naturales como antrópicos (van der Hammen *et al*., 1995) (Figura 4). Como consecuencia de esto ha ocurrido una de-

Figura 4. Ampliación de la frontera agrícola en Complejo Guerrero, Municipio de Carmen de Carupa.

gradación y erosión del suelo, desecación de áreas de turbera y pantanosas, lo que reduce las funciones ecológicas del páramo y provoca la pérdida de hábitat para especies de fauna y flora (Rangel, 2000). Asimismo, existen otras presiones antrópicas sobre este bioma como el crecimiento urbano (van der Hammen *et al.,* 2002), la explotación minera de materiales para construcción y minerales y el turismo mal manejado, entre otros (Cabrera & Ramírez, 2014). Además de lo anterior, está la fragilidad del páramo frente a eventos como el cambio climático (Congreso Mundial de Páramos, 2002), el cual constituye actualmente una gran amenaza para este ecosistema. Esto debido a que la flora y fauna que lo componen muestran adaptaciones muy particulares a las condiciones extremas que presenta este ecosistema (Smith & Young, 1987). De esta manera los cambios en las condiciones climáticas pueden afectarlas sensiblemente de forma negativa y reducir la franja de páramo por el aumento de temperatura, particularmente en el caso de la vegetación, que ha evolucionado con estrategias específicas para soportar las extremas condiciones climáticas. Sin embargo, no se conoce qué efecto pueden estar teniendo estos tensores sobre las poblaciones de frailejones. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la resolución 1219 de 2017, por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana, ha incluido 38 especies de Frailejones, 8 en estado crítico (CR), 17 en amenaza (EN), 13 en estado vulnerable (VU). De las cuales 25 especies corresponden al género Espeletia.

2.2 VEGETACIÓN EN LOS COMPLEJOS DE PÁRAMO DEL TERRITORIO CAR

2.2.1. Complejo Altiplano Cundiboyacense. Este complejo se ubica en la cordillera oriental de Colombia; está conformado por diferentes cimas aisladas de la sabana de Bogotá ubicadas a una elevación de 3.100 m (+/- 100 m) las cuales se encuentran total o parcialmente transformadas debido a diversas actividades antrópicas, presenta una extensión de 4.657 ha. Se encuentran principalmente cimas de afloramientos rocosos con presencia de vegetación natural altamente intervenida y alterada con amplias zonas con uso agropecuario en las cuales predomina el cultivo de papa y los pastizales limpios.

Presenta vegetación característica de bosque altoandino y subpáramo, con presencia de rastrojos altos sobre relictos de encenillales. De igual manera se evidencia presencia de plantaciones de coníferas y en las zonas más altas presencia de frailejones de los géneros *Espeletia* y *Espeletiopsis*.

2.2.2. Complejo Chingaza. Este complejo se ubica en los departamentos de Meta y Cundinamarca. Tiene una extensión de 109.956 ha (Sarmiento *et al.,* 2013), entre los 3.150 y 3.980 m de elevación. La mayor parte del complejo se ubica bajo la jurisdicción de Corpoguavio (66,1%). La CAR Cundinamarca tiene dentro de su jurisdicción un 17,9% de su extensión, en los municipios de Choachí, Chocontá, Fómeque, Gachancipá, Gachetá, Guasca, Guatavita, La Calera, Machetá, Manta, Sesquilé, Sopó, Suesca, y Tocancipá. El complejo incluye los páramos de Chingaza, Gachalá, Guasca, Guatavita, Las Barajas, Las Burras, El Atravesado y San Salvador (Rangel-Ch, 2000).

Este complejo de páramos se caracteriza por la presencia de extensas praderas onduladas con pequeños parches de bosques aislados. Se distinguen las franjas de bos-

que altoandino, subpáramo y páramo propiamente dicho. Su grado de transformación es bajo. Los cambios se asocian con la implementación de pastos para ganadería de leche y cultivos de papa (Morales *et al.*, 2007).

Se han registraron 168 familias, 885 géneros y 592 especies de plantas vasculares, y 293 de no vasculares (Vargas & Pedraza, 2005). Se destacan varias especies endémicas regionales como *Espeletia argentea, E. killipii var. killipii* y *E. uribei*, las árnicas (*Senecio garcibarrigae* y *S. formosissimus, Diplostephium huertasii*), y el tuno (*Miconia wurdackii*). Otras especies relevantes son *Chusquea tessellata, Carex bonplandii, Festuca* sp., *Breutelia* sp., *Calamagrostis* sp., *Sphagnum magellanicum*, *Agrostis araucana*, *Paspalum hirtum, Rhynchaspora macrochaeta* y *Sphagnum sancto - josephense* (Premauer & Vargas, 2004).

2.2.3. Complejo Guerrero. Este complejo se ubica al norte del de departamento de Cundinamarca. Tiene una extensión de 42.325 ha, entre los 3.200 y 3.780 m de elevación. La totalidad del complejo se ubica sobre la jurisdicción de la CAR Cundinamarca, en los municipios de Buenavista (Boyacá), Carmen de Carupa, Cogua, Cucunubá, Fúquene, Pacho, San Cayetano, San Francisco, Simijaca, Subachoque, Supatá, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Ubaté, y Zipaquirá (Morales *et al.*, 2007, Sarmiento *et al.,* 2013). Sus páramos más representativos son Napa, Alto, Guargua y laguna Verde (Rangel-Ch, 2000).

Por encima de la cota 3.200 m de elevación, se encuentran tres unidades de vegetación: páramo, bosques altoandinos y asociación de matorrales, rastrojos y vegetación de subpáramo (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca & Conservación Internacional, 2004). Existe una alta transformación por pastos y cultivos. Sus ecosistemas naturales remanentes, de alrededor del 30%, se ubican entre los límites de los municipios de Carmen de Carupa, Tausa y San Cayetano. En este complejo no se evidencia una transición gradual entre el bosque andino y el páramo, ya que las coberturas de bosque altoandino y subpáramo están mínimamente representadas (Morales *et al.*, 2007).

El páramo está dominado por comunidades vegetales de frailejonales y pajonales de gramíneas en macolla, en las que se entremezclan matorrales y prados. Se identificaron 110 especies con predominancia de las familias Asteraceae, Ericaceae, Melastomataceae, Poaceae, Rosaceae y Rubiaceae, especialmente de los géneros *Espeletia*, *Calamagrostis, Puya, Hypericum, Valeriana* y *Miconia*. De las especies de frailejón reportadas se destacan *Espeletia chocontana, E. cayetana, E. barclayana* y *Espeletiopsis corymbosa* por ser endémicas de la región (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca & Conservación Internacional, 2004).

2.2.4. Complejo Iguaque - Merchán. Este complejo se ubica sobre los departamentos de Boyacá y Santander. Tiene una extensión de 28.311 ha, entre los 3.150 y 3.820 m de elevación, pero solo el 17% de su distribución se encuentra sobre la jurisdicción de la CAR Cundinamarca, sobre los municipios de Albania, Chiquinquirá, Puente Nacional, Saboyá, Santa Sofía, Sutamerchán y Tinjacá (Morales *et al.*, 2007; Sarmiento *et al.,* 2013). Sus páramos más representativos son Iguaque, La Nariz, Merchán, Saboyá y Monte de Luz y los cerros Santuario, Morro Negro y Loma Chinchilla (Rangel-Ch, 2000). Dentro del complejo se han identificado distintas regiones ecosistémicas: páramos y subpáramos, bosques andinos y altoandinos, y arbustos altoandinos. Las formaciones vegetales se encuentran tanto en condiciones húmedas y secas, predomina la vegetación altoandina presenta especies de los géneros Schefflera, *Nectandra, Ocotea, Prumnopitys, Podocarcus, Cedrela, Lademberg*ia, *Myrsine y Myrcianthes*, y cordones fragmentados de formaciones vegetales *Quercutum-Wein-*

nmaniatum-Clusietum. En la vegetación de subpáramo predomina el bosque arbustivo con mayor presencia de *Macleania rupestris, Escallonia myrtilloides, Senecio* sp., *Gaiadendron* sp., *Bucquetia glutinosa*, y *Weinmannia tomentosa*. La vegetación de páramo se caracteriza por frailejones y pastizales. En los páramos húmedos se encuentran principalmente *Espeletia grandiflora, E. boyacensis, E. argentea, E. murilloi, Espeletiopsis corymbosa* y *Calamagrostis effusa*; mientras en los páramos secos *Espeletia argentea, E. uribei, E. glandulosa, E. corymbosa* y *Calamagrostis effusa* (Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques NNaturales de Colombia, 2004).

2.2.5. Complejo Rabanal - río Bogotá. Este complejo se ubica en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca. Tiene una extensión de 24.650 ha, entre los 3.200 y 3.585 m de elevación. La mayor parte del complejo (55%) se ubica bajo la jurisdicción de la CAR Cundinamarca, en los municipios de Chocontá, Guachetá, La Capilla, Lenguazaque, Machetá, Ráquira, Samacá, Tibirita, Turmequé, Úmbita, Ventaquemada, y Villapinzón (Morales *et al.*, 2007, Sarmiento *et al.,* 2013). Sus páramos más representativos son Los Chasques, Úmbita, Albarracín, Tibitá, Rabanal y Gacheneque (Rangel-Ch, 2000).

En este complejo se identifican tres unidades de ecosistemas naturales: páramo, subpáramo y bosque altoandino. La estructura actual del paisaje corresponde a un mosaico en el que predominan condiciones herbáceas, tanto por las mismas condiciones ambientales del páramo (turberas, pajonales de páramo, complejos rocosos, entre otros), como por la reiterada acción humana (actividades agropecuarias e incendios). El grado de transformación es alto por pastos para ganadería y cultivos de papa (Morales *et al.*, 2007).

Los principales tipos de vegetación que se registran en esta zona son rosetales, pajonales, prados de páramos y vegetación casmófita. Los rosetales y pajonales se presentan como una matriz de gramíneas conformada principalmente por Calamagrostis effusa y sobre la cual se dan frailejones como *Espeletia argentea, Espeletiopsis corymbosa, y Espeletia barclayana*, entre otros. El frailejón más común es *Espeletia argentea*, que conforma comunidades pioneras que se originan luego de disturbios sobre suelos muy húmedos. Especies acompañantes suelen ser *Aragoa abietina, Calamagrostis effusa, Halenia asclepiadea, Valeriana longifolia, Pernettya prostrata, Lycopodium contiguum, Gentianella corymbosa, Carex bonplandii, Agrostis humboldtiana, Rumex acetosella* (especie introducida) y *Pleurozium schreberi* (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca & Corporación Autónoma de Chivor, 2002).

2.2.6. Complejo Cruz Verde - Sumapaz. Este complejo se ubica principalmente en el suroeste del departamento de Cundinamarca, además de los departamentos de Meta, Bogotá, y un pequeño extremo en el departamento de Huila. Tiene una extensión de 333.420 ha, entre los 3.250 y 4230 m de elevación. Comprende un sector de 25 municipios, dentro de los cuales los de mayor área son: Bogotá, D. C., San Luis de Cubarral, La Uribe, Guamal y Gutiérrez (Morales *et al.*, 2007, Sarmiento *et al.* 2013). Comprende los páramos de Choachí, Cruz Verde, Las Ánimas, Monserrate, Andabobos, El Cajón, El Cedral, Sumapaz, El Nevado, Nuevo Mundo, Pasquilla, Usme, Chisacá y Las Mercedes, entre otros (Rangel-Ch, 2000).

Se encuentran formaciones de bosques, vegetación de páramo y subpáramo, desde condiciones secas hasta pluviales en montañas y lomeríos. Sus condiciones de transformación son bajas, de alrededor del 15%. Las áreas intervenidas se encuentran en cultivos o pastos para ganadería. Los páramos más transformados se encuentran en las localidades de Usme y Ciudad Bolívar, del Distrito Capital, o Pasca y Choachí en Cundinamarca, donde los cultivos de papa y la ganadería de leche son las principales actividades económicas (Morales *et al.*, 2007).

La primera franja es el subpáramo, que se caracteriza por la preponderancia de la vegetación arbustiva, matorrales donde predominan las especies de las familias Asteraceae y Ericaceae. La segunda es la del páramo propiamente dicho, que se define

por la cobertura de gramíneas. La diversificación en las comunidades vegetales es muy alta, ya que se encuentran casi todos los tipos de vegetación, aunque predominan los frailejones, los pajonales y los chuscales. Por último, está el superpáramo que se caracteriza por la discontinuidad de la vegetación y la evidencia de suelo desnudo (Rangel-Ch, 2000). Se han reportado 635 especies de 280 géneros y 80 familias. La riqueza de familias está dominada por Asteraceae, Poaceae y Orchidaceae; en cuanto a géneros predominan *Pentacalia, Miconia, Hypericum* y *Diplostephium*. La vegetación actual de Sumapaz está conformada por chuscales de Chusquea tessellata; matorrales bajos y herbazales con *Arcytophyllum nitidum;* matorrales de *Vaccinium floribundum;* pajonales de *Calamagrostis effusa;* pajonales-frailejonales de *Calamagrostis effusa* y *Espeletia* spp.; frailejonales de *Espeletia grandiflora* y pajonales *de Calamagrostis effusa* entremezclados con matorrales de *Arcytophyllum nitidum* (Morales *et al.*, 2007).

2.3 EL ESTUDIO DE LOS FRAILEJONES EN EL TERRITORIO CAR

El estudio de los frailejones presentes en el territorio CAR inició hace mucho tiempo, casi 3 siglos después de la llegada de los españoles a América; este ha reflejado la determinación, la pasión, el sacrificio y la perseverancia de varios investigadores qué asombrados por la belleza y abundancia de estas plantas se arriesgaron a sortear las inclemencias de los páramos. El primer científico qué reconoció estás plantas fue el sabio José Celestino Mutis a finales del siglo VIII, mientras lideraba la Expedición Botánica del Nuevo Reino de Nueva Granada describió e ilustró las tres primeras especies presentes en el territorio: *Espeletia grandiflora, Espeletia corymbosa* y *Espeletia argentea*, abundantes en ese entonces y las más abundantes de nuestra época. Mutis las considero tan importantes que las eligió entre muchas otras plantas como las de mayor nobleza para dedicarlas al Virrey José Ezpeleta uno de los contribuyentes a la expedición (Cuatrecasas, 2013).

Sin embargo, no fue él quien las describió formalmente para la ciencia, esta labor fue realizada por los grandes naturalistas Aimé Bonpland y Alexander von Humboldt quiénes las incluyeron en su obra Plantas Aequinoctiales publicada en 1808-1809 (Cuatrecasas, 2013).

A principios del siglo XX se realizaron aportes a la taxonomía y distribución geográfica de los frailejones, en lo que se refiere a las especies presentes en el territorio CAR, en 1905 Duse publicó una nueva variedad de *Espeletia corymbosa*, *E. corymbosa* var. *foliosa*, tomando como referencia un ejemplar recolectado por Goudot en Bogotá, en 1844, aunque tiempo después sería reconocida como un sinónimo de la especie. El botánico estadounidense Paul Standley en 1915 determinó que *E. argentea* era exclusiva de Colombia. El botánico estadounidense S.F. Blake en 1924 publicó una nueva subespecie *E. argentea* subsp. *phaneractis*, Blake la determinó a partir de un ejemplar recolectado por el botánico Francis W. Pennell en Zipaquirá en el año 1917(Cuatrecasas, 2013).

En 1932 llega a Colombia el botánico español José Cuatrecasas, quién dedicó gran parte de su vida al estudio de la flora colombiana y especialmente a la sistemática de los frailejones. En este año en su primera expedición al Nevado del Tolima, estableció que la especie *Espeletia grandiflora* solo se distribuía en la Cordillera Oriental y que el frailejón hallado en la Cordillera Central correspondía a una nueva especie, *Espeletia hartwegiana*. Este fue el primer aporte a la distribución de *E. grandiflora* (Cuatrecasas, 2013).

En 1976 publicó un nuevo género Espeletiopsis, en este cambio generó varias combinaciones nuevas a varias espeletias entre ellas Espeletia corymbosa que paso a ser Espeletiopsis corymbosa. Esta labor no hubiera sido posible sin la colaboración de varios investigadores: Antoine van Cleef reconocido ecólogo de la universidad de Ámsterdam que estudió y aún estudia varios páramos de Colombia, el padre Enrique Pérez-Arbeláez y Hernando García-Barriga, ambos etnobotánicos; el sacerdote Lorenzo Uribe-Uribe, botánico, y Roberto Jaramillo botánico e investigador del Herbario Nacional de Colombia, quienes apoyaron y en algunas ocasiones acompañaron a Cuatrecasas en a sus expediciones en la búsqueda de ejemplares botánicos. En su trabajo en los páramos de Cundinamarca y en algunos páramos de Boyacá que corresponden al territorio CAR, Cuatrecasas describió 18 especies, 2 variedades y 3 formas (*E. grandiflora fma. longiligulata, E. grandiflora* fma. multiflora *y E. grandiflora fma. reducta*) (Tabla1)**.** A mediados del siglo XX, en 1969 Cuatrecasas volvió a recolectar material en las localidades tipo para esclarecer los números cromosómicos, labor que realizó con ayuda de la empresa del Acueducto de Bogotá" y el ICN, con ayuda de J. Idrobo y L. Rodríguez, un técnico del herbario del instituto (Cuatrecasas, 2013).

En el 2000, Orlando Rangel publica sus estudios en los páramos, realizando una recopilación de las especies de frailejones presentes en los páramos de Colombia y establece que varias formaciones vegetales dominadas por frailejones en Cundinamarca y Boyacá están amenazadas y clasifica algunas especies de frailejones como amenazadas, entre ellas se destacan las presentes en el territorio CAR: *E. arbelaezi*i en la categoría En Peligro Crítico (CR), *E. tapirophila y E. summapacis* son clasificadas como raras. En el 2005 García basado en ejemplares de herbario, categorizó a las especies de frailejones y establece que en Cundinamarca hay hay dos especies casi amenazadas (NT) E. summapacis y E. miradorensis. En peligro (EN), E. cayetana, E. E. chocontana y E. garciae. Vulnerables (VU) E. cabrerensis y E. incana.. Ambos autores (Rangel, 2001 y García, 2005) reconocen que la expansión de la frontera agropecuaria es la mayor amenaza a la conservación de los frailejones.

En 2008 y 2010 los botánicos Santiago Díaz Piedrahita y Betsy Viviana Rodríguez publican dos especies nuevas presentes en el territorio CAR, *Espeletiopsis rabanalensis* y *Espeletia raquirensis*, ambas recolectadas en el páramo de Rabanal.

En 2012 Mauricio Díazgranados publicó un nomenclátor para los frailejones como resultado de una revisión exhaustiva de material de herbario, nuevas expediciones desde Venezuela hasta Ecuador por los tres ramales de la Cordillera de los Andes, y la recolección de muestras botánicas y de ADN, dicho trabajo contribuyó a la clasificación de nuevas especies, a la filogenia y distribución geográfica del grupo.

En 2013 se publica el trabajo de la vida del José Cuatrecasas, este incluye la historia del estudio de los frailejones, tratamientos taxonómicos para todos los géneros a excepción de Espeletiopsis, aspectos anatómicos, biogeográficos, ecológicos, etnobotánicos y evolutivos, entre otros. Siendo este el mayor aporte al estudio de los frailejones o en el mundo científico de la subtribu Espeletiinae. Por último, en 2015 Díazgranados publica un mapa con la distribución de todas las especies de frailejones en el territorio CAR y realiza algunos apuntes acerca de su conservación y amenazas.

Paralelo a los esfuerzos de estos investigadores, la CAR creó varios distritos de manejo integrado y reservas para la conservación de varios ecosistemas y especies (Rodríguez I. & Sierra, 2007) se destacan las qué resguardan las poblaciones de las especies amenazadas (Tabla 2).

Tabla 1. Especies y variedades presentes en el territorio CAR descritas por José Cuatrecasas. * Estas especies no fueron descubiertas en el territorio CAR, pero actualmente han sido registradas y algunas se cree qué se encuentran en el mismo.

Nombre original de la especie	Año de publicación	Nombre actual de la especie	Año de publicación	Localidad de colección	Colector	Año de recolección
Espeletia congestiflora	1940	*Espeletia congestiflora*	1940	Boyacá, Páramo de Guantiva	Cuatrecasas	1940
Espeletia killipii	1940	*Espeletia killipii*	1940	Cundinamarca, Páramo de Guasca	García-Barriga	1939
**Espeletia lopezii*	1940	*Espeletia lopezii*	1940	Boyacá, Nevado del Cocuy, Las Lagunillas	Cuatrecasas & García-Barriga	1938
**Espeletia arbelaezii*	1940	*Espeletia arbelaezii*	1940	Boyacá, Páramo de Güina	Cuatrecasas & García-Barriga	1938
**Espeletia murilloi*	1940	*Espeletia murilloi*	1940	Boyacá, Páramo de Arcabuco	Pérez Arbeláez & Cuatrecasas	1940
Espeletia bogotensis	1940	*Espeletiopsis X bogotensiS*	2013	Cundinamarca, Bogotá, Monserrate	Cuatrecasas	1940
Espeletia chocontana	1941	*Espeletia chocontana*	1941	Cundinamarca, Páramo de Chocontá	Cuatrecasas	1940
Espeletia uribei	1953	*Espeletia uribei*	1953	Cundinamarca, La Calera, Páramo de La Siberia	Uribe-Uribe	1952
**Espeletia boyacensis*	1973	*Espeletia boyacensis*	1973	Boyacá, Alto de Canutos	Cuatrecasas & Rodriguez	1969
Espeletia summapacis	1975	*Espeletia summapacis*	1975	Macizo de Sumapaz, carca del Pico de San Mateo	Uribe-Uribe & Jaramillo	1975
Espeletia cabrerensis	1975	*Espeletia cabrerensis*	1975	Cundinamarca, Cabrera, Páramo de Sumapaz	Uribe-Uribe	1970
Espeletia killipii var. *chisacana*	1975	*Espeletia killipii* var. *chisacana*	1975	Cundinamarca, Páramo de Chisacá	Cuatrecasas & Jaramillo	1961
Espeletia tapirophila	1975	*Espeletia tapirophila*	1975	Cundinamarca. Páramo de Sumapaz, Puerta de las Dantas	Cleef	1973
**Espeletia garciae*	1972	*Espeletiopsis garciae*	1976	Boyacá. Villa de Leyva	Uribe-Uribe	1970
**Espeletia pleiochasia*	1940	*Espeletiopsis pleiochasia*	1976	Boyacá, Duitama, quebrada de Becerra	Cuatrecasas	1940
Espeletia colombiana	1940	*Espeletiopsis colombiana*	1976	Boyacá. Nevado del Cocuy, Pozo Azul, Las Lagunillas	Cuatrecasas & García-Barriga	1938
Espeletia barclayana	1977	*Espeletia barclayana*	1977	Cundinamarca, Represa del Neusa	Cleef & Jaramillo	1972
Espeletia grandiflora var. *miradorensis*	1975	*Espeletia miradorensis*	1982	Cundinamarca, Páramo de Sumapaz, Mirador	Cleef	1973
Espeletia grandiflora var. *cayetana*	1975	*Espeletia cayetana*	1982	Cundinamarca, Páramo entre Cogua & San Cayetano	Cleef	1972
Espeletia grandiflora var. *attenuata*	1975	*Espeletia grandiflora* var. *attenuata*	1975	Macizo de Bogotá, Laguna de Chisacá	Cuatrecasas & Jaramillo	1959

Tabla 2. Distritos de manejo integrados y reservas de la CAR qué protegen poblaciones de frailejones amenazadas.

DMI/Reserva	Año de creación	Especie
Nacimiento del río Subachoque y Pantano de Arce	1995	*Espeletia cayetana*
Cuchilla del Choque	1997	*Espeletia chocontana*
El Frailejonal	1999	*Espeletia chocontana*
Nacimiento del río Bogotá	1986	*Espeletia chocontana*

2.4 ASPECTOS SOCIOPOLÍTICOS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

Los procesos sociopolíticos de la zona de estudio que intervienen en el estado de las especies de frailejón en el territorio CAR son fundamentalmente los que presenta el hábitat de estos. Los páramos se conforman de sistemas sociales y ecológicos en la ecorregión neotropical de altura, entre el límite forestal superior y las nieves perpetuas. Han sido considerados estratégicos no solo por el Estado colombiano sino por entidades internacionales, debido a las contribuciones de la naturaleza a la sociedad que prestan, tales como regulación del recurso hídrico, captura de dióxido de carbono, entre otros. Es por esto que se han generado un gran número de instrumentos nacionales e internacionales donde se enfatiza la conservación de los páramos tanto de su diversidad biológica como social como el Convenio de Diversidad Biológica, la Convención de Ramsar sobre los Humedales de Importancia Internacional, la Convención de Lucha contra la Desertificación, la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y la Declaración de Río de Janeiro y tratados de la UNESCO.

Según la Constitución de 1991, los páramos se declararon ecosistemas estratégicos por los servicios y bienes ecosistémicos que prestan a los seres humanos, por lo cual velar por su protección es cuestión tanto del Estado como de las personas que lo componen. Así pues, se convirtieron en socioecosistemas de alto interés por una variedad de actores. A nivel nacional desde la ley 99 de 1993 hasta la actual Ley de Páramos (ley 233 de 2018). Este contexto normativo pone sobre la mesa y en la mira de diversos actores estos ecosistemas de páramo; sin embargo, han generado conflictos socioambientales debido principalmente a las restricciones en las actividades económicas que son llevadas a cabo en estas zonas, generando tensión entre la protección de páramos y los derechos de los habitantes locales, y refleja un conjunto de problemas jurídicos y políticos más allá del proceso de delimitación y gestión de los páramos.

En esta línea, se han planteado muchas deudas pendientes y dilemas de las políticas que buscan desarrollos sostenibles sobre los ecosistemas de páramos debido a la indefinición del papel del estado en el desarrollo rural, el apoyo a la pequeña agricultura familiar vs. la promoción de la agroindustria capitalista, la ausencia de un ordenamiento territorial ambiental y agrario, falta de receptividad de los movimientos campesinos y falta de equilibrio entre políticas agrarias y ambientales.

Principalmente para las actividades agríco-

las en los páramos ciertas tensiones, retos y oportunidades son de importancia resaltar como el acceso a la tierra y propiedad, la definición de los campesinos como sujetos de derechos, el uso del agua y a regulación ambiental de la agricultura campesina, la transferencia de tecnología y asistencia técnica, la planificación territorial ambiental y agraria desde el uso sostenible y la adaptación al cambio climático, pago por servicios ambientales, restitución de tierras y reparación a víctimas y jurisdicción agraria y productiva (Galvis, 2015).

2.4.1. Caracterización Económico-Social de las zonas de páramo. Los territorios de los páramos están compuestos por pobladores locales que en su mayoría responden a una tradición campesina, con actividades de economía familiar a pequeña escala. Uno de los patrones de poblamiento más importantes en la historia de las zonas altoandinas en Colombia, según se ha reportado en diferentes estudios, fue el aprovechamiento de la diversidad ambiental dada por los pisos térmicos de cada zona. El manejo de los pisos elevacionales y climáticos marcó la forma de ocupación del espacio de estos ecosistemas de altamontaña. Gracias a la experiencia creciente, con la agricultura y la domesticación de animales se inició el proceso de ocupación vertical por lo cual varias culturas andinas florecieron en los Andes del Norte, como los Muiscas y Pastos en Colombia (Recharte & Gearheard, 2001, Del Busto, 2004), con indicios de feudalismo en la propiedad de la tierra a cargo de caciques locales e inclusive de propiedad privada de la tierra antes de la colonia (Crissman, 2001).

Con el arribo de la colonización española, los pobladores indígenas se mantuvieron como proveedores de productos cultivados sin cambiar sustancialmente sus prácticas; sin embargo, sí reportan cambios más drásticos debido a la introducción de animales de pastoreo (ovino, bovino y caprino) y de plantas cultivadas en Europa, por ejemplo, cereales (González & Cárdenas, 1995). Desde entonces, los páramos sufrieron un aumento en los procesos de antropización debido al establecimiento de grandes haciendas y a la ocupación por parte de una población marginada y sin tierra (Recharte & Gearheard, 2001).

Actualmente dentro de las actividades económicas más predominantes en estas zonas se encuentran los cultivos agrícolas, ganadería extensiva e intensiva de doble propósito, plantaciones forestales, minería, turismo y expansión urbana en crecimiento, que plantean riesgos severos para la integridad de los páramos y sus servicios ecosistémicos. Adicionalmente, los fenómenos relacionados al cambio climático (aumento de temperatura y cambios en los regímenes de lluvias) pueden aseverar esta presión y causar mayores impactos tanto en la funcionalidad y la estructura del ecosistema, como en sus aspectos sociales y culturales.

Al hacer referencia a zonas de páramo es ineludible también hacer mención a los cultivos de clima frío, propio de esas zonas. En general la subsistencia poblacional se relaciona a la siembra y comercialización de productos agrícolas que requieren condiciones climatológicas y de elevación a franjas altas de la cordillera. Productos tales como la papa, la arveja, habas, nabos, hortalizas y otros semejantes generan en sus procesos de producción un dinamismo económico que emplea mano de obra y por supuesto la tierra, como factores productivos de primer orden, luego el capital representado en las tecnologías, y los agregados orgánicos y químicos para lograr favorabilidad en las cosechas.

Los sistemas productivos adelantados en la región no tienen en cuenta unos procesos de planificación previos que permitan hacer su implementación en terrenos adecuados y bajo unas condiciones ambientales reguladas que proporcionen producción y

conservación al mismo tiempo. Dentro de las actividades mencionadas, el sistema económico de ganadería, la minería de carbón y el cultivo de papa se reportaron como los más frecuentes en la zona de estudio. La ganadería gira en torno a la producción doble propósito, leche y carne, bajo condiciones de ganadería extensiva, en su gran mayoría, y tecnificada en menor proporción. El sistema económico de la agricultura gira entorno a la producción del cultivo de la papa, el cual se hace bajo condiciones convencionales donde se aplica indiscriminadamente un paquete de insumos agropecuarios.

El cultivo de la papa y la ganadería son dos sistemas complementarios que se utilizan en la región mediante un sistema rotacional que se hace entre uno y cinco años, donde los terrenos dedicados al cultivo de la papa pasan a ser pastizales para el sostenimiento del ganado y los potreros sobrepastoreados pasan a ser sembrados con papa para remover el suelo y permitir que en su rotación posterior a pasturas haya una mayor fertilidad en los pastos, aprovechando la aplicación de fertilizantes y otros insumos químicos en la papa. En cuanto a la minería se tiene que en la zona de estudio prevalece la explotación de carbón mineral realizada a partir de procesos semitecnificados.

Además de esto, la ganadería juega un papel secundario pero importante dentro de la economía de la región. La favorabilidad de las condiciones de alta montaña para la cría de razas bovinas como la Holstein o la Criolla que se caracterizan por su alta producción de leche es un aspecto que determina la inclusión de estos animales en los páramos o en las líneas fronterizas de los mismos.

De manera general, según información secundaria, la edad promedio de los pobladores de los municipios con mayor jurisdicción en áreas de páramo está en los 30s; sin embargo, en las zonas de páramo esta edad promedio aumenta considerablemente como se reporta mediante las entrevistas. La proporción de hombres y mujeres se encuentra 51/49 con un promedio de dos hijos por familia (Tabla 3). Los servicios públicos están cubiertos parcialmente (69% en promedio de energía, acueducto y alcantarillado), donde el sistema de alcantarillado es el de menor cubrimiento. La empleabilidad se da principalmente en el trabajo de jornales o en minas con una alta tendencia de informalidad. Las oportunidades laborales para cientos de pobladores de páramos se restringen a la agroindustria de los productos mencionados o a la de cultivos de ciertas especies de flores, haciendo la salvedad de los contratos que genera el gasto público en algunas obras que ocupan mano de obra con carácter transitorio.

Como se mencionó anteriormente los aspectos que movilizan la economía dentro de la zona de páramos están constituidos por la agricultura y en menor grado, por la ganadería. En cuanto a la explotación minera, ésta es principalmente ejercida por grandes compañías con las consecuencias que se derivan de la actividad y que tienen que ver con la degradación de suelos, contaminación de aguas, y del aire mediante la emisión de material particulado. En algunas zonas se extrae carbón y en otras, que caracterizan la generalidad, materiales para construcción, sistemas agroforestales y otras actividades antrópicas.

Tabla 3. Indicadores socioeconómicos de los municipios priorizados del área de estudio.

COMPLEJO / MUNICIPIO		H (%)	M (%)	Edad promedio	Número de hijos por familia	Nivel de vida	Servicios Públicos	Empleo
Iguaque-Merchán	Saboyá	49,5	50,5	32,0	3,0	2,0	55,0	0,0
	Chiquinquirá	46,6	53,4	35,0	2,0	2,0	91,7	0,1
	Promedio	48,1	52,0	33,5	2,5	2,0	73,3	0,0
Guerrero	Tausa	53,5	46,5	34,0	2,0	3,0	59,9	17,7
	Carmen de carupa	53,0	47,0	37,0	2,0	2,0	62,4	5,9
	Promedio	53,3	46,8	35,5	2,0	2,5	61,2	11,8
Rabanal-Río Bogotá	Villapinzón	50,7	49,3	33,0	2,0	2,0	68,9	10,7
	Chocontá	49,3	50,7	33,0	3,0	2,0	76,1	8,9
	Promedio	50,0	50,0	33,0	2,5	2,0	72,5	9,8
Altiplano Cundiboyacense	Lenguazaque	52,4	47,6	27,0	2,0	3,0	60,5	12,2
	Cucunubá	51,8	48,2	30,0	2,0	3,0	63,8	3,9
	Promedio	52,1	47,9	28,5	2,0	3,0	62,1	8,1
Chingaza	Calera	49,9	50,1	37,0	2,0	3,0	75,9	4,4
	Guatavita	51,6	48,4	37,0	3,0	2,0	68,9	14,9
	Promedio	50,8	49,3	37,0	2,5	2,5	72,4	9,7
Cruz verde - Sumapaz	Bogotá	47,8	52,2	43,0	2,0	2,0	98,6	4,2
	Cabrera	52,3	47,7	35,0	1,0	2,0	49,9	8,0
	Promedio	50,1	50,0	39,0	1,5	2,0	74,3	6,1

Fuente: DANE (2005).

Sistemas agroforestales y otras actividades antrópicas. Los sistemas forestales que se presentan son resultado de las acciones de reforestación, en su mayoría resultado de una estrategia nacional llevada a cabo durante los años 70s donde se aseguraban productos de la canasta familiar a cambio de la plantación de especies como pinos (*Pinus patula* y *Pinus radiata*), eucalipto y acacias. Esto tiene un impacto enorme en los ecosistemas de páramo debido a que cambian las condiciones del suelo y la vegetación (Hofstede *et al.*, 1998). Algunos de los impactos descritos en la literatura se relacionan con la producción de hojarasca generada por los pinos (capa de acículas), lo cual inmoviliza los nutrientes, reduciendo la capacidad de desarrollar procesos de reciclaje en los suelos, acidificación del suelo por las resinas que producen las raíces de los pinos, el cambio del patrón de distribución del agua, diminución de oferta de hábitats para fauna, baja luminosidad, reducción en la germinación, establecimiento y crecimiento de otras especies y cambio del régimen de fuegos del páramo (Lips y Hofstede, 1998; Pinzón y Corzo, 2009).

Expansión urbana y contaminación. En ciudades como Bogotá la expansión del urbanismo ha tomado rumbo hacia los cerros orientales, se han utilizado zonas que anteriormente hubieran registrado frailejones de bajas elevaciones como *Espeletiopsis*.

Las franjas ecológicas registran hoy en día cortes drásticos, que limitan la continuidad de servicios ecosistémicos como los culturales o los de aprovisionamiento hídrico en las subcuencas.

Figura 5. Actividades antrópicas

Perspectivas ambiental y ecológica de los pobladores de zonas de páramo. Los pobladores de los páramos en la jurisdicción de la CAR se componen tanto de personas con alto poder adquisitivo como de origen campesino con economía familiar. A manera general, la percepción de los pobladores locales es positiva frente a los servicios ecosistémicos que proveen los ecosistemas de páramo y los frailejones principalmente en lo relacionado con la regulación y la calidad de agua. Sin embargo, son sistemas naturales atractivos para el aprovechamiento económico para la extracción de minería de carbón y cultivo de papa por la poca necesidad de inversión en insumos agrícolas. De esta forma, al mejorar los elementos de bienestar en los pobladores se liberan presiones y se reducen conflictos entre los pobladores y los sistemas naturales.

Antecedentes de acciones ambientales. Las actividades de corte ambiental se han enfocado en diagnosticar y ordenar los aspectos físico, biótico, social y ambiental, implementación de normatividad, acciones de restauración ecológica, recuperación de cuencas, planes de manejo de recursos, adaptación al cambio climático y reconversión productiva.

Los páramos han sido zonas de intervenciones por diferentes actores. Se han identificado intereses no solamente de corte ambiental sino extractivista. La diversidad de actores que desarrollan acciones en estos ecosistemas estratégicos son de diferente índole tales como:

Instituciones públicas

- A escala internacional: ONG
- A escala nacional: El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Planeación Nacional, Ministerio de Minas, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, Ministeriode Agricultura y Desarrollo Rural, UAESPNN, Instituto von Humboldt, IDEAM, Colciencias
- En temas sociales el Ministerio de Agricultura, Ejército Nacional, Defensa Civil, Policía Nacional
- A escala regional: Gobernación, Jardín Botánico de Bogotá, CAR, RAPE
- A escala local: UMATAS, ULATAS, Secretarias de Desarrollo Económico, Empresa de Servicios Públicos.

Iniciativas privadas

- A escala internacional: Centros de investigación, Multinacionales

- A escala nacional: Fedepapa, Universidades y Fundaciones
- A escala regional: Gobernación, Jardín Botánico de Bogotá, CAR, RAPE
- A escala local: UMATAS, ULATAS, Secretarias de Desarrollo Económico, Acueductos veredales

Pobladores

- Acueductos veredales
- Juntas de Acción Comunal
- Cooperativas (principalmente lecheras)
- Comunidades

Por otro lado, se encuentran los actores asociados a los sistemas productivos de índole público como Ministerio de Minas, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Planeación Nacional, y privado como es Fedepapa y productores agropecuarios, que han generado acciones en torno a la productividad agrícola, pecuaria y minera de los páramos.

2.5 CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS PARTICULARES

2.5.1. Complejo Altiplano Cundiboyacense. Los remanentes de páramos de esta zona se encuentran en la Cordillera Oriental y constituye una secuencia cretácica sedimentaria plegada que se extiende en dirección suroeste-noroeste, en el cual el principal rasgo estructural se relaciona con fallas que afectan el basamento y resultan de la reactivación de una deformación representada por los amplios anticlinales y sinclinales estrechos (Rodríguez *et al.*, 2011). El paisaje que se encuentra en estos territorios es el resultado del asentamiento de los pobladores y para el desarrollo de actividades humanas y productivas orientadas a la agricultura, ganadería y a la extracción minera. La papa y la arveja representan la producción agrícola de esta zona con destino al autoconsumo de las familias y pequeños excedentes para intercambios de alimentos a escala regional; esta actividad productiva aún se realiza en pequeñas unidades de minifundio y con tecnologías tradicionales. Se caracterizan por el dominio de propiedad de la tierra en micro y minifundios. La actividad ganadera representa mecanismos complementarios para la generación de pequeños ingresos. Estas actividades implicaron hasta el presente, la ampliación de la frontera agrícola y con ello las transformaciones de las coberturas vegetales, para dar paso a los cultivos. La entrada de la revolución verde al agro colombiano, marcaron nuevos derroteros en el uso de estos territorios para la producción agropecuaria. La actividad minera en la zona también ha aportado a las profundas transformaciones de estos ecosistemas, particularmente la minería de carbón y de materiales para construcción. En este complejo es notable los pequeños remanentes de páramo conservado, lo cual es resultado de años de transformación antrópica por cambios de cobertura vegetal a plantaciones forestales, sistemas agropecuarios y zonas mineras.

2.5.2. Complejo de páramo de Chingaza. El complejo del páramo de Chingaza es el resultado de la acción de generaciones de poblaciones humanas que habitaron, se adaptaron y construyeron su territorio. A lo largo de esta área se encuentran huellas físicas en el ambiente como caminos reales, capillas, ruinas, chimeneas de cal, las cuales dan indicios de los diferentes usos que se dieron a estos espacios. La historia marca su inicio desde periodos prehispánico, hace 10.000 años con un límite de elevación de uso de 2.500 m de elevación donde se identificaban relaciones entre el hombre y la alta montaña (Correal & Van Der Hammen, 1977; Castaño, 1996). Sin embargo, el páramo comienza a extenderse debido a la intervención humana en la cultura prehispánica Muisca del

antiplano cundiboyacense, la cual se asentó en la zona de Páramo de Chingaza, le dieron el nombre de "Serranía del dios de la noche" y donde se identificaban jerarquías de poder y control territorial con el dominio de Zipa y el cacicazgo de Guatavita, manteniendo una unidad cultural con creencias míticas y religiosas comunes como las peregrinaciones a las lagunas debido a que el agua era una de las divinidades más grandes (Falchetti & Plazas, 1973; Betambiental, 2000). Así también, a las lagunas de los Páramos Andinos se les declaraban como "lugares generadores de vida y puertas de entrada al más allá." (Betambiental, 2000).

Los municipios de Sesquilé y La Calera fueron los más habitados, pero en las zonas más planas, por lo que los montes aledaños a los valles, por debajo del límite del páramo había casas aisladas y cultivos temporales. Algunos autores como Sarmiento y Rincón (2002) plantean que lo que hoy en día se llama páramo, en la época prehispánica empezaba a los 3.400 m de elevación y se dio lugar a un proceso de paramización donde la flora de páramo descendió a elevaciones menores a los 3.000 m de elevación. De esta forma, para ese periodo, el uso que se daba en esta zona era introducir ciertos cultivos transitorios y tener la opción de caza, pero no se asemejaba a las prácticas agrícolas en las sabanas, por lo cual no se datan altas magnitudes de intervención. Los primeros colonos que se establecieron encontraron sepulturas de indios con huesos y calaveras, ollas, tiestos y hachas de piedra. Así pues, varios investigadores concuerdan con el hecho de que los asentamientos prehispánicos eran de tipo esporádico y temporal, sólo campamento para individuos que transportaban productos como sal para intercambiar.

Con la llegada de los colonos, se empezaron a destinar algunos sitios en la zona de páramo con condiciones de humedad extrema, fuertes heladas, frío intenso, suelos ácidos y poco fértiles, al cultivo de papa y tubérculos altoandinos como los cubios, chuguas e ibias y se asentaron actividades de caza y pesca que hasta hoy en día siguen presentes en los linderos del Parque Nacional Natural Chingaza. Hacia la década de los 50s, el establecimiento de la fábrica de cemento y las canteras para la extracción de piedra como materia prima marcó una pauta de uso intensivo y extractivo en los linderos que hoy en día es el Parque, llegando a hacer una extracción de alrededor de 3.000 ton al día de piedra. Sin embargo, en la década de los 80, la mayoría de los predios con los que contaba Cementos Samper fueron adjudicados al Parque y la infraestructura creada en la época de explotación se destruyó en cotas de elevaciones altas. Otra parte de los predios en donde se incluían algunos de propiedad privada fueron parcelados y entregados a trabajadores de varias haciendas por el INCODER, para desarrollar actividades agropecuarias incluyendo los cultivos de tubérculos andinos, maíz, fríjoles, trigo, cebada. Finalmente, muchos de ellos fueron vendidos para dedicarlos netamente a la conservación de la biodiversidad. Adicionalmente, en una historia más reciente, la infraestructura para garantizar el agua a Bogotá con la represa de Chuza y el trasvase de aguas del Guatiquía hacia a vertiente occidental, son elementos importantes del paisaje.

Las diversas interacciones han dado lugar a una variedad de significados en torno al páramo y sus elementos que se asocian directamente con las experiencias pasadas y presentes de sus habitantes. La creación del área protegida marcó una fuerte ruptura en la forma de percibir y hacer uso del páramo; sin embargo se ha intentado rescatar y generar nuevos valores relacionados al cuidado del ambiente.

En Chingaza la mayor transformación ocurrió principalmente en las zonas altas de los municipios de Guasca, La Calera, Fómeque, Junín y Gachalá (Morales *et al.*, 2007). Esto

asociado principalmente a actividades agrícolas (cultivos de papa, arveja, maíz y haba) y ganaderas (leche). El 80% de las personas entrevistadas en este complejo reportaron vivir hace más de 30 años en los municipios priorizados, pero se trasladan de vereda en vereda en trabajos de administración de fincas o jornaleros. Así también registran eventos que han cambiado el día a día del páramo, como la presencia de actores institucionales, cambios en el clima o bajas garantías para los productos agropecuarios de donde generaban su sostenimiento. Esto ha impulsado la venta de predios para la construcción de casaquintas para actores de alto poder adquisitivo o el cambio actividades productivas a turismo.

2.5.3. Complejo de páramo de Guerrero. El Complejo del Páramo Guerrero se encuentra localizado en la Cordillera Oriental y comprende 43.228 ha de 15 municipios del departamento de Cundinamarca. Los municipios de Carmen de Carupa y Tausa son los que mayor área tienen dentro del complejo; se resalta que el 48% del municipio de Tausa es páramo. Este páramo está rodeado al noroccidente por el Valle del Magdalena; al sur por la Sabana de Bogotá; al nororiente por el Valle de Ubaté, y al suroriente por el Valle de Subachoque (Molano-Barrero, 1998). El complejo incluye localidades como cerros Socotá, Santuario y Colorado, páramos Napa, Alto, Guarguar y Laguna Verde, los altos de La Mina y El Muchacho y la cuchilla El Tablazo (Rangel-Ch, 2000).

En este complejo existen varias áreas protegidas que hacen parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas –SINAP– tanto de nivel nacional como regional. El 75% del complejo se encuentra bajo alguna figura de protección con Registro Único de Áreas Protegidas (RUNAP, 2015). Existen, además, otras estrategias de conservación tanto de nivel local como regional que se articulan y complementan con las áreas protegidas reconocidas por el SINAP. El CPGUE ha tenido dos grandes momentos de declaración de áreas protegidas: a principio de la década de 1990 y en la década de 2010.

Según las entrevistas y encuestas realizadas, la actividad con mayor rentabilidad económica es la minería de carbón en las zonas más altas de los municipios.

A pesar de que Guerrero es uno de los complejos más poblados del país, no existe información demográfica precisa sobre los habitantes del páramo. Según una consulta formal que se hace al DANE (2013), para la cual esa entidad realizó un ejercicio geoestadístico para determinar la población ajustada del año 2005 a partir de las unidades censales que se traslapan con los polígonos de páramos a escala 1:100.000, hay una población total de 4.385 habitantes en el complejo, la mayoría de los cuales se encuentra en la vertiente oriental. Los municipios con mayor población en páramo son en general los que tienen mayor área dentro del complejo, a excepción de Susa, que tiene un área relativamente escasa dentro del complejo (solo 6%), y un número de habitantes considerable con respecto a los demás municipios.

2.5.4. Complejo de páramo Iguaque-Merchán. El complejo de Iguaque-Merchán evidencia fuertes transformaciones en sus territorios, derivadas fundamentalmente de los procesos de apropiación y uso de estos espacios geográficos en los últimos cincuenta años. La cultura de los pobladores en este complejo es característica de Boyacá, con agricultura familiar. El cultivo de papa corresponde a una fuente importante de ingreso, adicional a la ganadería de doble propósito. Una amenaza relevante reportada tanto en las entrevistas como en las encuestas es la presencia de retamo espinoso como una especie invasora.

2.5.5. Complejo de páramo de Rabanal - río Bogotá. Guacheneque forma parte del complejo Rabanal - río Bogotá definido por el

Instituto Humboldt, de acuerdo con la última delimitación que realizó en el año 2012. El complejo tiene un área total de 24.650 ha, de las cuales 10.030 le corresponden al páramo de Guacheneque.

Los páramos no solo constituyen ecosistemas de una alta diversidad biológica, sino que han sido también escenarios para el desarrollo de distintos grupos humanos a través del tiempo. El significado que la diversidad de este ecosistema tiene para la gente del páramo y en general para el equilibrio de toda la cuenca, apenas comienza a ser reconocido y entendido; por tanto, reconocer que toda la intervención y transformación que se haga aguas arriba repercute en las partes medias y bajas de la cuenca, es clave para la implementación de estrategias de conservación y manejo sustentable de este ecosistema.

La cuenca hidrográfica resulta fundamental para la planificación ambiental de una región en la medida que involucra una serie de factores y elementos socio-espaciales que permiten una comprensión integral del territorio visto como sistema. El páramo Guacheneque y Rabanal se convierte en un ecosistema estratégico en el ordenamiento ambiental regional porque tiene divisoria de aguas en dos cuencas, dos departamentos, cinco municipios y dos corporaciones autónomas regionales tienen jurisdicción sobre dicho ecosistema. El área definida representa un ecosistema de páramo y bosque altoandino fundamental en los procesos de protección, conservación y usos sostenibles para las poblaciones asentadas allí y su área de influencia. Las Corporaciones Autónomas Regionales CAR y CORPOCHIVOR tienen jurisdicción en el páramo. La CAR, en los municipios que corresponden a Cundinamarca, con la mayor parte del área, 90% que representa 9.045 ha, y CORPOCHIVOR en los municipios de Boyacá, con el 10 % que corresponde a 985 ha. Su localización a tan solo 80 km de Bogotá ha incidido en formas de ocupación antrópicas enfocadas principalmente en la implementación de sistemas agropecuarios. El uso intensivo del suelo está poniendo en riesgo el agua y otros servicios ecosistémicos que ofrece el páramo, fundamentales no solo a nivel local sino para toda la región. La intensificación del cultivo de papa, la introducción de pastos para el ganado, los procesos de deforestación, contaminación hídrica, uso intensivo del suelo, entre otros, han desencadenado una serie de conflictos sociales y ambientales que chocan con los espacios de conservación y protección en dicho ecosistema.

2.5.6. Complejo de páramo Cruz Verde - Sumapaz (Corredor). El páramo de Cruz Verde Sumapaz ubicado en las estribaciones de la cordillera oriental con parte de su territorio dentro de la jurisdicción de Bogotá D. C. representa un ecosistema biodiverso y determinante para la sostenibilidad ambiental, fue refugio de poblaciones indígenas y actualmente de población campesina. Presta servicios ecosistémicos fundamentales en la regulación hídrica (recarga de acuíferos y aguas superficiales), al tiempo que abastece de agua potable al 15% de la población colombiana en los departamentos de Cundinamarca, Meta, Huila y la ciudad de Bogotá (CAR 2016). El Páramo de Sumapaz Cruz Verde, abarca tres departamentos, Cundinamarca, Meta, Huila y 24 municipios y es el lugar de nacimiento de ríos y quebradas. Regula tres regiones hidrográficas, la del Río Magdalena, Río Meta y Río Guaviare. Allí fueron declaradas cinco áreas protegidas, una Reserva Forestal Nacional, creada por Ley 2 de 1959, el Parque Nacional Natural Sumapaz, la Reserva Forestal Protectora Nacional Bosque Oriental de Bogotá, la Reserva Forestal Protectora-Productora Cuenca Alta del río Bogotá y el Distrito de Manejo Integrado Aríari-Guayabero (CAR 2016).

La franja territorial de Cruz Verde se encuentra al oriente de Bogotá, ocupando territorios

del Distrito Capital, y de los municipios de Chipaque, Ubaque, Choachí y un pequeño fragmento de La Calera con una elevación entre 3.300 y los 3.700 m (Avendaño, 2013). Los pequeños grupos de pobladores rurales de la región de Sumapaz se han dedicado tradicionalmente a la agricultura y a la ganadería, que constituyen la economía campesina a pequeña escala, altamente vinculada al mercado de alimentos de la región, como la principal forma de producción. Estas unidades de producción son, al mismo tiempo, nichos de consumo, ya que buscan garantizar el autoabastecimiento y la reproducción social de la familia (Álvarez, 2003; Giraldo, 2008; Santacoloma-Varón, 2015).

En los últimos años se reconoce un carácter multifuncional del territorio del Sumapaz cundinamarqués, haciendo referencia a las múltiples actividades económicas generadas, a partir de una mayor interrelación urbano/regional y campo/ciudad. Esta interrelación se manifiesta en la proliferación de actividades comerciales y de servicios, acompañada de una mayor urbanización del campo, ampliación de la oferta turística y de bienes ambientales. Otra característica asociada a la multifuncionalidad del territorio es la pluriactividad de las familias campesinas, entendida como la combinación de actividades ocupacionales, como estrategia de subsistencia, ante las condiciones precarias que caracteriza la producción agropecuaria en Colombia (Piñeros, 2014). Para el área de desarrollo de la provincia del Sumapaz, Bogotá es el centro económico de mayor importancia, debido al fácil acceso que tienen los municipios a la capital del país. En la región del Sumapaz predominan las tierras de pastizales, que ocupan una gran extensión (Bermúdez *et al.,* 2017).

Típicamente, las familias campesinas se adaptan a las formas de reproducción social y económica, establecidas por las condiciones estructurales del mercado y el modelo económico (Llambí & Pérez, 2007). Las actividades agropecuarias incluidas las de los pequeños y medianos productores, las realizan en parcelas, con un promedio de 5 ha como extensión típica del minifundio. Durante décadas este inmenso territorio pasó desapercibido para la mayoría de la sociedad colombiana y para algunos sectores de la población el único referente tuvo que ver con los conflictos agrarios por el derecho a la tierra, el surgimiento de la organización campesina de finales de los años 30 y su posterior desarrollo a comienzos de los 50 y más recientemente por la incidencia del conflicto armado entre la guerrilla de las Farc Ep y las fuerzas militares del Estado que afectó a muchas regiones del territorio colombiano.

> *"Acá cuido esta finca, sembrar papa, porque es lo único que se da en esta vereda, de cultivos no se da nada más y es frío y por ahí vivimos del ganadito de las vaquitas de leche, que es el sustento para sacar adelante a nuestra familia, nuestros hijos. Aquí sembramos una variedad que se llama suprema, superior, pastusa, pero da más para arriba. Aquí es más clima medio, y aquí no crece bien pastusa, solo arriba. Y por ahí criollita, aquí es muy gotoso y se acaba. La criolla es muy débil para la gota, con que llueve una semana, puede dañarse. Y Ganado tenemos normando, por ahí 2 vaquitas de leche no más." (Hombre, aproximadamente 40 años).*

Al páramo de Sumapaz llegaron campesinos del altiplano cundiboyacense y de otras regiones del país para protegerse de la guerra liberal conservadora ocurrida entre los años 1946 y 1966. Sin embargo, este territorio fue escenario de diferentes conflictos que llevaron a la movilización y organización de los pobladores. El proceso de "pacificación" condujo al desarrollo de un amplio proceso de movilización política y de gestión organizativa por el derecho a la inclusión, la tierra, la defensa de la vida, los derechos humanos y la paz. Tomó forma desde entonces la presencia activa de múltiples organizaciones sociales entre las que se destacan el Sindicato Agrícola de Sumapaz y la Asociación de Juntas Comunales. En la actualidad a Sumapaz se le reconoce como una región organizada, comprometida socialmente con el territorio, defensora del ecosistema de páramo y la biodiversidad.

CAPÍTULO 3

MARCO METODOLÓGICO DEL ESTUDIO DE LOS FRAILEJONES

3. MARCO METODOLÓGICO DEL ESTUDIO DE LOS FRAILEJONES

3.1 ZONAS DE ESTUDIO Y ÁREA DE MUESTREO

La determinación de zonas de estudio se hizo tomando como base los registros preliminares contenidos en la base de datos de la CAR, incluyendo específicamente las áreas comprendidas en la jurisdicción de la autoridad ambiental, correspondientes a páramo, con elevaciones superiores a 2.850 m. A partir de estos datos y de los contenidos en otras instituciones, y que se entienden como información confiable y oficial, se definieron las áreas de estudio.

Áreas de estudio y representatividad del muestreo. Mediante la revisión y depuración de registros de recolección de ejemplares pertenecientes a los géneros Espeletia y Espeletiopsis presentes en los herbarios en línea de la Universidad Nacional de Colombia (COL), Jardín Botánico de Bogotá (JBB), la revisión de bases de datos como Global Biodiversity Information Facility (GBIF) y las localidades mencionadas en el Libro rojo de Colombia (Calderón *et al.*, 2005), se establece una serie de localidades presentes en los complejos de páramos de Rabanal - río Bogotá, Chingaza, Cruz Verde - Sumapaz, Guerrero, Iguaque-Merchán y otras zonas de páramo del altiplano cundiboyacense, en las áreas ubicadas en la jurisdicción del territorio CAR. Dicha selección estuvo apoyada por un componente social que realizó salidas previas para solicitar los permisos requeridos por las comunidades que habitan en las mismas, para socializar el proyecto y para facilitar la inclusión de los investigadores en cada uno de los territorios con apoyo de otras direcciones de la CAR como la Dirección de Cultura Ambiental y Servicio al Ciudadano-DCASC.

El área de estudio fue definida con base en la intersección de los complejos de páramo dentro de la jurisdicción de la CAR, restando las áreas de Parques Nacionales Naturales de Colombia (parte de los PNN de Chingaza y Sumapaz). Los complejos de páramo incluidos fueron: (1) Altiplano Cundiboyacense, (2) Cruz Verde - Sumapaz, (3) Guerrero, (4) Iguaque - Merchán, (5) Páramo de Chingaza, y (6) Rabanal - río Bogotá.

Dentro de cada complejo se seleccionaron únicamente las áreas con presencia de coberturas propias de páramo: herbazales, arbustales y frailejonales, de acuerdo con la clasificación Corine Land Cover (IDEAM, 2010). Si bien, se conoce de la posible presencia de especies de frailejón en cercanías a ambientes altamente transformados, son estas tres coberturas (herbazales, arbustales

y frailejonales) las que constituyen el hábitat natural de estas especies, además de ser constantemente incluidas como el área de páramo dentro de estudios que evalúan su estado de transformación (Morales *et al.,* 2007, Rivera and Perilla 2014, Varela 2016). De estas zonas, se tomaron sólo aquellas con una pendiente baja o moderada, debido a la imposibilidad de realizar los muestreos en zonas muy inclinadas (<30°). Estas áreas constituyeron el área efectiva de muestreo (Figura 6).

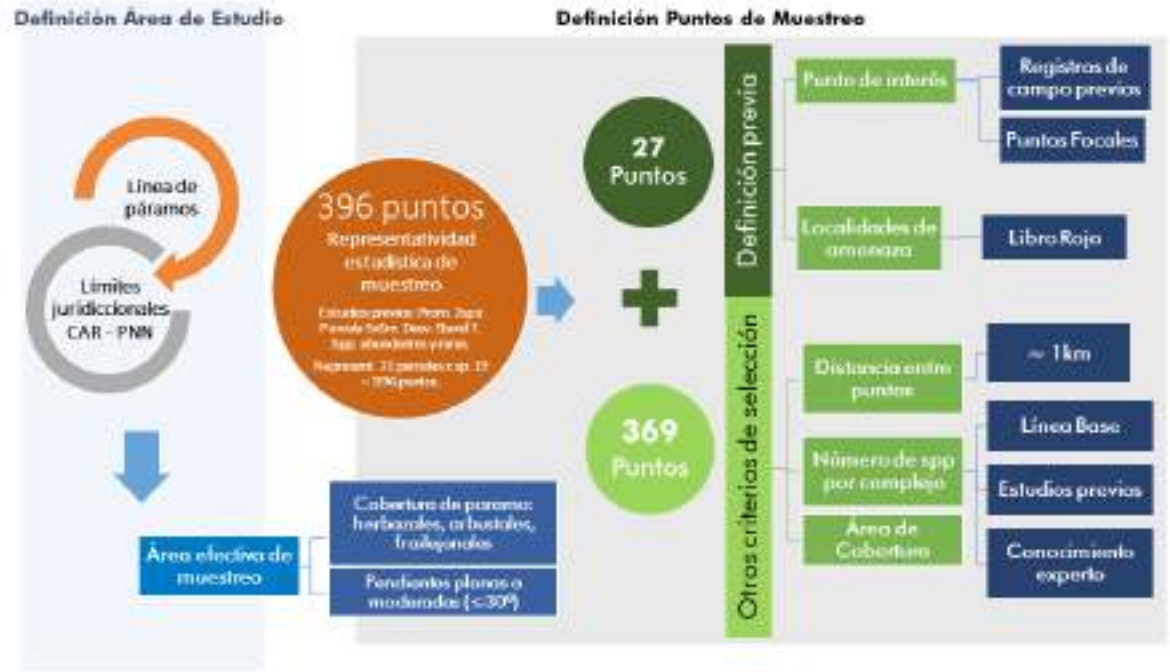


Figura 6. Procedimiento y criterios para la definición del área efectiva y puntos de muestreo.

De acuerdo con lo anterior, y con la información recopilada de las especies conocidas en la zona de estudio, se realizó la estimación de la representatividad y se definió el número de sitios a ser muestreados por complejo, con los métodos expuestos en el documento: Metodología para el estudio científico, diagnóstico y caracterización de las especies y poblaciones de frailejones presentes en el territorio CAR. En la Tabla 4 se registran los atributos tenidos en cuenta para la selección de los sitios.

Tabla 4. Resumen de las características tomadas en cuenta para la selección de los puntos de muestreo.

Característica
1. Ubicación del mayor número de puntos sobre frailejonales
2. Proporcionalidad de los puntos restantes con el área de herbazales y arbustales
3. Distancia mínima aproximada de 1 km entre puntos
4. Representatividad de rangos de elevación

3.2 SITIOS DE MUESTREO

Para la caracterización general de los páramos objeto de estudio, al llegar a cada sitio de muestreo se registraron los datos en formatos específicos diseñados especialmente para la compilación de la información general del sitio de muestreo, datos de los individuos en la parcela, el estado fitosanitario (herbivoría e infección por microorganismos) e influencia antrópica por actividades varias.

Se recabó entonces información general de la localidad, coordenadas geográficas, características generales de la zona (tipo de vegetación asociada, características del suelo) (Figura 7), pendiente del terreno.

Figura 7. Registros fotográficos por parcela, A) Foto que registra la localidad, investigador líder y número de parcela; B) Foto general de la población y C) Foto del individuo tipo que muestra la relación del tamaño del escapo con respecto al tamaño de la roseta.

De los individuos (frailejones) se registraron datos básicos de tamaño, presencia de sinflorecencias y de necromasa adherida al tallo.

La información fitosanitaria incluyó la anotación de síntomas de ataque por herbivoría y por microorganismos, catalogadas de acuerdo con la nomenclatura propuesta para distintos síntomas de la afectación (Altsjor *et. al.*, en prep.)

Se tomaron datos correspondientes a la presencia de actividades antrópicas que representen amenazas para las poblaciones tales como ganadería, agricultura, minería, turismo, entre otras.

Montaje de parcelas. En cada sitio de muestreo se delimitó una parcela una parcela de 25 m^2 (5 x 5 m) (Rangel & Velázquez 1997; Cavelier *et al.,* 1992; Sturm 1990) por especie, y tantas parcelas como especies se encontraron o se lograron identificar en un radio aproximado de 50 m.

Se registraron los datos de la parcela, así:

1. Se asignó el ID a la parcela.

2. Se realizó el registro fotográfico utilizando en lo posible marcas permanentes del entorno (piedras, montículos, ente otros) y ubicando un tablero en la que se consignó el ID de la parcela y la fecha. Adicionalmente se tomó una foto de un individuo tipo, detalle de la roseta foliar y las sinflorescencias (Figura 7 C).

3. Se registraron los datos de la localidad y coordenadas geográficas de la parcela.

3.3 REGISTRO DE DATOS

En primera instancia, se censó la totalidad las plántulas (altura menor o igual a 10 cm) presentes en el área demarcada. Posteriormente, se realizó el conteo de la totalidad de individuos de frailejón para los demás individuos y se registraron las siguientes variables morfométricas y reproductivas:

- Altura del tallo: altura medida desde el suelo hasta la base de la roseta.
- Altura de la roseta: altura medida desde la base de la roseta hasta la hoja más alta.
- Altura total: altura medida desde la

base hasta la hoja más alta.

- Diámetro de la roseta: diámetro 1 y diámetro 2 de la roseta
- Altura de la primera sinflorescencia: altura medida desde el suelo hasta la evidencia del primer evento reproductivo del individuo.
- Número de sinflorescencias: cantidad total de sinflorescencias en un evento reproductivo.
- Número máximo de capítulos por sinflorescencia: se seleccionó la sinflorescencia que evidenció el mayor número de capítulos y se registró la cantidad de los mismos.

Se determinaron las clases de tamaño de estos con base en los estudios de Estrada & Monasterio (1988), Benavides-Martínez *et al.,* (2007), Fagua & González (2007), Rodríguez-Cabeza (2018).

Es necesario anotar que durante el recorrido para alcanzar los puntos de muestreo se registraron la o las especies presentes cada 30 minutos de recorrido. Esto permitió obtener más información sobre la ubicación de las especies, lo que contribuyó a mejorar el modelo de distribución potencial para cada una de éstas. Además, en cada parcela se registró el nivel de clorofila en hojas de tres individuos por especie, lo que permitió complementar la información sobre su estado nutricional.

De otra parte, se registró información relacionada con registros de las amenazas por herbívora, hongos y presiones antrópicas, así:

- Incidencia de la afectación
- Tipo de afectación: el tipo de afectación se determinó mediante el uso de una guía fotográfica creada con este fin.
- Severidad de la afectación ocasionada por Coleópteros y Lepidópteros: la severidad de la afectación se determinó en las hojas jóvenes (hojas pequeñas y centrales) y en las hojas maduras (hojas grandes y del resto de la roseta), en rangos porcentuales 0-25%, 26-50%, 51-75%, 76-100%, con base con los criterios definidos por Salinas *et al.*,(2013).
- Afectación por hongos: la severidad de la afectación se determinó en escala de 1- 3.
- Síntomas de otras afectaciones: motnesis, homosis, homaposis, clorosis, entre otros.
- Rastros de perturbaciones y disturbios: presencia de quemas, herbivoría por mamíferos, daños mecánicos, entre otros, en las cercanías o en la propia parcela.

Finalmente, en lo posible se realizó la recolección del ejemplar tipo de la parcela teniendo en cuenta el protocolo de recolección establecido por Rodríguez-Cabeza (2018). Los ejemplares recolectados fueron depositados en el Herbario de la Pontificia Universidad Javeriana (HPUJ) y en caso de tener duplicados, estos se enviarán al Herbario Nacional de Colombia (COL).

El material vegetal recolectado teniendo en cuenta que la muestra contuviera los caracteres morfológicos necesarios para su posterior determinación, se prensó y se secó en horno a 60°C entre 3-7 días. Todas estas labores se realizaron teniendo en cuenta lo establecido por Villareal *et al.*, (2004).

Por último, las muestras se almacenaron en bolsas plásticas transparentes en paquetes de periódico, para luego ser etiquetadas y almacenadas los respectivos herbarios

3.4 CALIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS FRAILEJONES EN EL TERRITORIO

3.4.1. Determinación del riesgo sobre las especies. La determinación del estado actual de los frailejones presentes en el territorio CAR contempló tanto la evaluación del nivel de riesgo de las poblaciones de estos, como la definición del estado de conservación de estos.

La evaluación del nivel de riesgo de cada una de las especies de frailejones se propuso como una combinación de las amenazas y la vulnerabilidad de las poblaciones, con base en ley 1523 de 2012. Las amenazas a las que están sometidas las poblaciones se establecieron considerando dos categorías, las de origen biológico y las de origen antrópico.

La determinación del riesgo se basó en la aproximación que calcula el producto del nivel de vulnerabilidad por el nivel de amenaza que tiene cada especie, dado que se potencian los efectos de la vulnerabilidad y la amenaza. Esto se consignó en la matriz de riesgo diseñada para contemplar todas las especies y complejos de páramo de este estudio.

Tanto la vulnerabilidad como las amenazas se establecieron sobre la base de la determinación de una serie de criterios, que se calificaron mediante los datos recolectados en campo.

3.4.2. Determinación de la vulnerabilidad (W) por especie. Para definir la vulnerabilidad de cada especie se propuso considerar el vigor para cada estas, de la siguiente manera:

$$W = \left(\frac{1}{V}\right) \times 100$$

Donde W=vulnerabilidad (%), V=vigor de cada especie.

El vigor se calculó así:

$$V = \frac{En \times Rt \times cE}{3}$$

donde En=estado nutricional de los individuos de la especie, Rt=robustez de los individuos de la especie, cE=capacidad de ocupación del espacio de cada especie.
A continuación, se expondrá la obtención de cada uno de los términos de estas ecuaciones, a partir de los datos tomados en campo.

3.4.3. Determinación del vigor (V) de las especies. El vigor de las especies corresponde a la fortaleza y vitalidad que se puede determinar en los individuos y que les permite desarrollar normalmente sus funciones vitales. Así para este estudio se tomaron los siguientes datos que dan cuenta del vigor de los individuos:

a. Adultez (sí o no)
b. Plántulas (cantidad)
c. Altura total (cm)
d. Longitud del eje 1 de la roseta (cm)
e. Longitud del eje 2 de la roseta (cm)
f. Altura hasta la primera sinflores cencia (cm)
g. Número máximo de capítulos
h. Nivel de clorofila medido en hojas

Así mismo, para la población se determinó la densidad de individuos por parcela, en términos de juveniles, adultos y plántulas,

y se verificó el número de individuos con muestras de herbivoría en hojas jóvenes y adultas, estableciéndose su nivel de daño, de acuerdo con las escalas definidas previamente. Estos cálculos permitieron definir los niveles de vigor de las plantas, de acuerdo a esta propuesta.

La estimación del estado nutricional, de la robustez y de la capacidad de expansión de las poblaciones, que se condensaron en una medida que es la determinación del vigor de las especies, se muestra a continuación.

Estado nutricional (En): se estableció sobre la base de que la cantidad de clorofila en las hojas es un reflejo de este. Se obtuvo midiendo el nivel de clorofila (en absorbancia) de tres hojas de tres individuos, en cada parcela. Los datos para cada parcela se promediaron para obtener el valor del estado nutricional.

Robustez (Rt): Se halló con la siguiente ecuación para cada individuo:
Donde Rt=robustez, E=longitud eje 1 roseta (cm), e=longitud eje 2 roseta (cm), H=altura total del individuo (cm).

$$Rt = \left(\frac{E+e}{2}\right) \Big/ H$$

La capacidad de ocupación del espacio (cE) se calculó así:

$$cE = \frac{(H/f) \times m \times A \times R \times P}{100}$$

Donde H es la altura total del individuo (cm), f es la altura desde el suelo hasta la primera sinflorescencia (cm), m es el número máximo de capítulos, A es la proporción de individuos adultos/ total de individuos, en la parcela, R es la proporción de plántulas/ total de individuos en la parcela (capacidad de reclutamiento) y P es el número de puntos de muestreo con presencia de la especie/número de puntos totales de muestreo (presencia en el territorio).

3.4.4. Determinación de las amenazas (A) para las especies. Para determinar las amenazas para las poblaciones y especies se valoraron variables dentro de dos categorías, las biológicas y las antrópicas, basado en Vera Rodríguez & Albarracín Calderón (2017) y Chavarro Pinzón *et al*., (2008). Las variables consideradas dentro de cada una de estas categorías (Tabla 5) se registraron en campo, tanto dentro de las parcelas como en el área circundante a estas.

Tabla 5. Variables biológicas y antrópicas consideradas en este estudio y que se constituyen en amenazas paras las poblaciones de frailejones.

Amenazas	
Biológicas	**Antrópicas**
Herbivoría por mamíferos	Expansión sistemas forestales
Herbivoría por insectos	Cultivos intensivos
Daño por microorganismos	Ganadería
Presencia de especies vegetales invasoras	Quemas
	Minería
	Turismo

La herbivoría por mamíferos se registró como el daño por pérdida longitudinal de parte del tronco del frailejón característico del ataque por roedores como *Cuniculus taczanowskii,* o de eliminación de las hojas de frailejón casi desde su base, por consumo. La primera se determinó solo como au-

sencia o presencia (0/1). La relacionada con el consumo de hojas se categorizó en cuatro niveles con relación a la proporción de hojas perdidas respecto al total, en la roseta:

1: 0-25% de pérdida de hojas

2: 26-50%

3: 51-75%

4: 76-100%

Una vez establecido el nivel de herbivoría (Ne) para cada individuo, se obtuvo la proporción para cada parcela:

$$HM = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ne}{T}$$

Donde HM=herbivoría por mamíferos, Ne= nivel de herbivoría para el individuo, de acuerdo con las categorías anteriormente mencionadas (1-4), T= número total de individuos en la parcela.

La herbivoría por insectos se diferenció entre la presente en hojas maduras y en hojas jóvenes (de la parte central de la roseta). Para los dos casos, esta se categorizó de la misma manera que se presenta arriba para el registro de consumo de hojas por parte de mamíferos.

Una vez establecido el nivel de herbivoría (Nh) para cada individuo, se obtuvo la proporción para cada parcela para la herbivoría por insectos en hojas maduras:

$$HI_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{hm}}{T}$$

Donde HM=herbivoría por insectos en hojas maduras, Nhm= nivel de herbivoría por insectos en hojas maduras para cada individuo de acuerdo con las categorías anteriormente mencionadas (1-4), T= número total de individuos en la parcela.

Y para la herbivoría por insectos en hojas jóvenes:

$$HI_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_{hj}}{T}$$

Donde HM=herbivoría por insectos en hojas jóvenes, Nhj = nivel de herbivoría por insectos en hojas jóvenes para cada individuo, de acuerdo con las categorías anteriormente mencionadas (1-4), T= número total de individuos en la parcela.

Para obtener el valor de herbivoría por insectos, se hizo el siguiente cálculo:

$$HI = HI_m + HI_j$$

donde HI=herbivoría total por insectos (en hojas jóvenes y maduras), HIm= herbivoría por insectos en hojas maduras, HIj = herbivoría por insectos en hojas jóvenes.

El daño causado por microorganismos se registró de acuerdo con la nomenclatura de síntomas que ha sido propuesta desde el Programa Nacional de Frailejones sobre la base de sus estudios (Altsjor *et al.,* en prep.). Estos están en el formato no. 4. Para todos ellos los niveles considerados van del 1 al 3 para hacer referencia a una proporción baja, media y alta de hojas de la roseta que presentan cada uno de los síntomas. Además, se consideró la presencia de clorosis en forma de manchas irregulares o con patrones característicos (en V) en las hojas maduras, como ataque por virus, de acuerdo con Cifuentes-Castellanos *et al.,* (en prep.).

Una vez establecido el nivel de daño por microorganismos para los diferentes síntomas (Nm), para cada individuo, se obtuvo la proporción para cada parcela de la siguiente manera:

$$D_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} N_m}{T}$$

Donde Dm=daño causado por microorganismos, Nm= sumatoria de los niveles de daño de cada síntoma para un individuo, T= número total de individuos en la parcela.

La presencia de especies vegetales invasoras se consideró solo como presencia (1) o ausencia (0), tanto dentro de la parcela como en los alrededores de este tipo de especies, en un radio de aproximadamente 50 m. Las especies invasoras tenidas en cuenta fueron con base en el registro de especies de Mora *et al.,* (2015).

En cuanto a las amenazas antrópicas las variables mencionadas en la Tabla 5 se tomaron en tres categorías, baja, media y alta, correspondientes a 1, 2 y 3. Únicamente la quema se consideró en dos categorías, como antigua o reciente (1 y 2, respectivamente).

Se calcularon algunos aspectos adicionales con base en las variables, que dan cuenta de algunos atributos de las poblaciones y que se consideraron dentro de la propuesta del plan de manejo. Estos son la proporción de individuos sanos y la estructura poblacional.

Proporción de individuos sanos este dato se tomó con base en el conteo, en cada parcela, de individuos afectados tanto por daño por microorganismos como por herbivoría de insectos y de mamíferos. La ecuación usada fue:

$$S = 1 - \left(\frac{A}{T}\right) \times 100$$

Donde S= proporción de individuos sanos, A= cantidad de individuos con daño por herbivoría (causada por mamíferos o insectos), o por microorganismos, T= cantidad total de individuos.

La estructura poblacional se calculó sobre la cantidad de individuos por unidad de área en la parcela y la cantidad de individuos en cada clase de tamaño. Para definir las clases de tamaño para cada una de las especies se:

- Determinó la altura máxima (He) y la altura mínima (he) encontradas para las plantas de la especie. Se consideraron las plantas a partir de los 10 cm de altura.
- Calculó la amplitud o rango: Altura máxima - Altura mínima (R=He-he)
- Estableció el número de intervalos (o clases) para cada especie mediante la ecuación:

$$N_i = 1 + 3.3 \log(n)$$

donde n es el número de individuos encontrados de cada especie.
-Cálculo del rango de cada clase (en cm)

$$C = \frac{R}{N_i} \times 100$$

Donde R= amplitud del rango, Ni = número de intervalos

Finalmente, se utilizó una matriz de riesgo diseñada para hacer la calificación del estado de las poblaciones, usando las variables antes mencionadas.

Por otra parte, para el estado de conservación de las especies de frailejones se utilizaron las categorías y criterios de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2012).

Categorías para las especies amenazadas. De acuerdo con López-Gallego (2015) para la evaluación del estado de conservación de una especie la información registrada debe dar cuenta de la viabilidad de las poblaciones. Así mismo señala que una especie viable o saludable tiene poblaciones que

conservan su dinámica ecológica y evolutiva natural, y que dicha viabilidad generalmente se ve reflejada en un número de poblaciones suficiente para evitar la extinción de la especie en el corto plazo, y en poblaciones con tasas de crecimiento poblacional que permitan la estabilidad o un aumento en abundancia a través del tiempo. Por lo anterior, los principales atributos ecológicos que se deben tener en cuenta para evaluar la viabilidad de poblacional en plantas son:

1. La distribución geográfica de las poblaciones
2. La cantidad o calidad del hábitat
3. La demografía (abundancia y estructura poblacional).
4. La variabilidad genética dentro de las poblaciones.

Con base en lo anterior, en el marco del presente proyecto se evaluó el estado de conservación de las especies de la Subtribu Espeletiinae en jurisdicción de la CAR a partir del análisis de los tres primeros atributos mencionados.

3.5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL

El componente social se propone como una dimensión transversal desde tres enfoques principales. En el primero se reconocen las identidades del territorio articulando el componente de reapropiación social del territorio a las acciones de intervención, indagando por la memoria y la historia local desde la interdisciplinariedad, comprendiendo la relación histórica entre los actores principales, el páramo y las especies de frailejón, y revalorando el conocimiento local y reconociendo los tejidos socioculturales. El segundo enfoque parte de revivenciar el conocimiento y la memoria locales a partir de espacios y herramientas para su reproducción y apropiación, generando espacios locales para comunicar la memoria y el saber local. El tercero apunta a fomentar la organización y la movilización para la defensa del territorio en el área de influencia del proyecto desde el conocimiento científico y social de las especies de frailejón como elementos de protección y manejo. Estos enfoques se relacionan directamente con las tres fases de intervención: fase preliminar, de desarrollo y finalización.

En la fase preliminar se desarrolló desde la construcción de la línea base respecto a percepciones y conocimientos locales frente al frailejón y conflictos socioambientales que amenazan las poblaciones de estos. Se definieron las áreas de estudio según criterios como orden público, áreas de conservación, receptividad de la comunidad local, accesibilidad, áreas privadas, presencia de amenazas tales como incendios forestales, entre otras.

Una vez identificadas las zonas más representativas para realizar el trabajo de campo se escogieron municipios priorizados por un porcentaje de representatividad mayor al 10% del complejo o número de puntos de muestreo (ver Tabla 6). Luego se procedió a hacer el respectivo contacto, socialización y solicitud de permisos, con los propietarios de los predios o entidades locales, para el ingreso, involucrando las entidades y actores de influencia en el territorio tales como Alcaldías, Parques Nacionales Naturales, CAR, Ejército, Policía Nacional, Defensa Civil, Bomberos y Líderes Comunitarios.

Tabla 6. Municipios priorizados para trabajo de campo del componente social.

Complejo	Municipio	Porcentaje (%)
Iguaque - Merchán	Chiquinquira	19
	Saboyá	81
Rabanal-río Bogotá	Lenguazaque	32
	Villapinzón	23
	Chocontá	4
Chingaza	Guatavita	48
	Sesquilé	15
	La calera	18
Guerrero	Tausa	11
	Carmen de Carupa	11
Altiplano	Suesca	27
	Cucunubá	44
Sumapaz	Pasca	11
	Cabrera	2

Se establecieron salidas en conjunto con el grupo de profesionales del componente biológico y conocedores locales con el fin de contar con la primera aproximación al territorio y respetando las dinámicas particulares de cada uno de los municipios. Luego se desarrollaron entrevistas, encuestas y observaciones participantes en cada uno de los complejos de páramo por municipio priorizado. El grupo focal para el trabajo con los pobladores en cuanto a la reconstrucción de la memoria local fueron adultos de edad productiva que tuvieran relación con el páramo.

En la fase de desarrollo en cada una de las parcelas establecidas por el componente biológico se evaluaron elementos de amenaza tales como quema, ganadería, turismo, cultivos, minería, expansión urbana, otras (Hofstede, 2001; Molinillo & Monasterio, 2003), estipulando criterios de calificación (alto, medio y bajo) según lo observado en la parcela y el área aledaña (Tabla 7). Adicionalmente se identificaron elementos socioculturales y económicos a destacar que pudieran afectar el estado de las poblaciones de frailejones. La metodología de estándares abiertos permitió identificar las amenazas directas, indirectas y las oportunidades asociadas a las especies valores de conservación como el frailejón.

Tabla 7. Criterios de calificación de las amenazas en las parcelas de evaluación.

Símbolo	Título	Descripción
	Alta	Amenaza presente cercana con impacto directo negativo.
	Media	Amenaza presente cercana con impacto directo negativo moderado.
	Baja	Amenaza presente lejana con impacto indirecto.

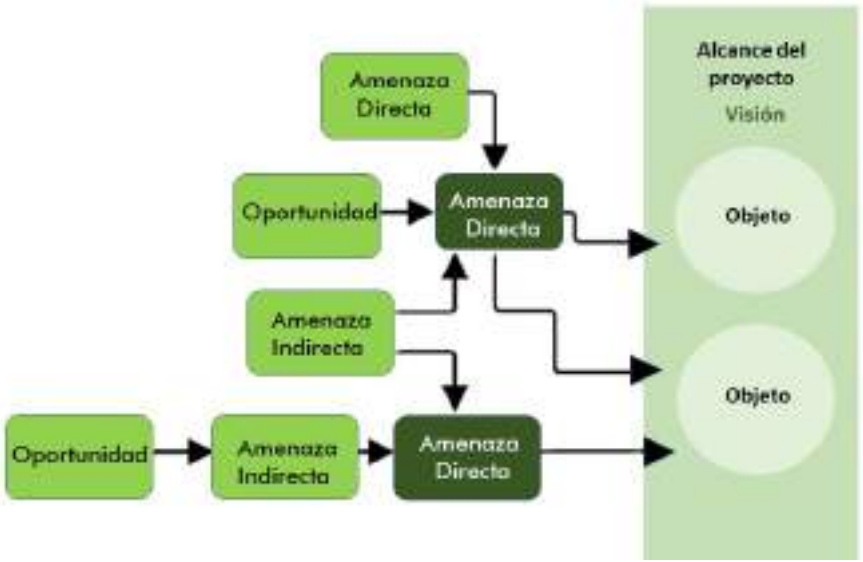


Figura 8. Modelo Conceptual genérico mostrando el contexto del proyecto mediante la metodología de estándares abiertos. Tomado de CMP (2007). * Los factores incluyen las amenazas directas, amenazas indirectas y oportunidades * Cada factor está asociado con uno o más actores

La conservación y manejo de la biodiversidad desde un enfoque interdisciplinar tiene que visibilizar los problemas causados no sólo por factores naturales sino antrópicos. Es así como entender las actitudes, conocimientos y comportamientos es central en la investigación y la práctica (Soule, 1985; Everard, 2017; Karieva & Marvier, 2014). Las herramientas cualitativas usadas en los proyectos de conservación para conocer las percepciones incluyen entrevistas (Young *et al.*, 2017), grupos focales de discusión (Nyumba *et al.*, 2017), técnica de grupo nominal (Hugé & Mukherjee 2017) y análisis de decisión multicriterio (Esmail & Geneletti, 2017; Sutherland *et al.*, 2018).

La propuesta metodológica construida para el trabajo con los pobladores locales contó con un enfoque participativo por medio de herramientas diagnóstico (Geilfus, 2002). Así pues, se participó en mercados con una estación itinerante en la que se llevaron a cabo actividades como identificación DOFA y del árbol de problemas, para hacer un diagnóstico participativo (Schonhuith & Kie-

velitz, 1994). Estos métodos han sido desarrollados previamente en el territorio CAR por algunas intervenciones como es el trabajo de Pérez *et al.,* (2014) sobre la gestión ambiental territorial.

Por otro lado, para la reapropiación social del conocimiento se trabajó preferencialmente con grupos focales de jóvenes (entre 15-20) por municipio de intervención. Se visitaron y se trabajaron actividades de cartografía social y reconocimiento de la biodiversidad.

Finalmente, en la última fase se sistematizó y trianguló la información en conjunto con los demás componentes en un diálogo interdisciplinario del conocimiento. La sistematización procura la generación de aprendizajes individuales y colectivos, mediante el cual las personas implicadas pueden analizar y mejorar los procesos de desarrollo, con el propósito de poner en orden un conjunto de elementos (prácticas, conocimientos, ideas, datos) que hasta el momento están dispersos y desordenados dentro de procesos de desarrollo comunitario (Berdegué *et al.*, 2007). A partir de la información recopilada de fuentes primarias y secundarias se generaron propuestas para el Plan de Manejo y Conservación de las especies de frailejones del territorio CAR. De estas propuestas, se priorizó una acción para desarrollarla como piloto. Además, generaron espacios de socialización con los actores incluyendo la CAR como institución territorial.

Mediante triangulación de información recopilada de fuentes primarias con herramientas de DRP (Diagnóstico Rural Participativo) tales como entrevistas, encuestas, observación participante, líneas del tiempo, matrices DOFA y árboles de problemas con actores sociales, líderes y habitantes de estas zonas, se desarrolló el contexto social de los páramos en el territorio de la CAR.

3.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La información geográfica permitió la definición de las áreas de estudio, los puntos de muestreo y la caracterización de las zonas en que están insertas las poblaciones de frailejones, además de aportar los mapas de amenazas derivadas de causas naturales y antrópicas y mostró la posición de especies dentro del territorio. Por otra parte, la recopilación de la información general y documental permitió la consulta y procesamiento de información, la emisión de documentos preliminares y la gestión y emisión de documentos definitivos.

Con respecto al reporte de los registros de campo, toda la información recolectada en las diferentes salidas se consignó, conforme se explicó en las secciones anteriores, en los formatos diseñados para tal fin. Esta información se organizó y digitalizó (formato.xlsx) para facilidad de su análisis. Esta nueva matriz de información sirvió de base para todos los análisis pertinentes, para generar la matriz de riegos de las especies por complejo de páramo, así como para estructurar los datos en el estándar Darwin Core (plantilla de "Lista de Especies"), necesario para compartir los registros de especies en el Sistema de Información de Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia). Con base en la información recolectada en campo para cada una de las especies y complejos de páramo y consignada en la base de datos creada para tal fin, se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo que llevó a la definición del estado de vulnerabilidad de las especies de frailejones encontradas. Mediante el uso de herramientas cuantitativas se obtuvieron

las clases de tamaño para cada especie y con base en estas se determinó la estructura poblacional de cada una de estas, que para una especie en buen estado de conservación debe corresponder a una J invertida, de acuerdo con estudios previos de algunas especies (Cavelier *et al.,* 1992, Fagua & González, 2007). Adicionalmente se usaron los datos de afectación y otros relacionados con el estado de las diferentes especies de frailejones en las parcelas, con el fin de calcular los distintos índices propuestos en la matriz de vulnerabilidad, herramienta clave para generar un diagnóstico del estado de las distintas especies.

Con base en los registros de las especies y su ubicación, en conjunto con información climática de estaciones pluviométricas dentro o cercanas a las áreas de estudio, se generaron modelos que permitieron establecer la distribución de cada una de las especies de frailejón registradas.

Así también, mediante observación participante y herramientas de Diagnóstico Rural Participativo (DRP) tales como entrevistas, encuestas, árbol de problemas y líneas del tiempo que se realizaron a los pobladores de municipios asociados a los complejos de páramo, se logró identificar en el análisis del discurso temáticas claves y propuestas a abordar en la gestión y manejo de las especies de frailejón en los diferentes complejos de páramo del territorio.

A partir de los datos y el análisis de la información permitió realizar el diagnóstico del estado, distribución y amenazas de las especies de frailejones para un plan de conservación y manejo, de la jurisdicción CAR. Esto involucró la cartografía a escala 1:25.000, con la distribución, para cada una de las especies de frailejones y la documentación de la implementación de una acción de conservación y manejo de las especies de frailejones presentes en la jurisdicción CAR, establecida en el Plan de conservación y manejo. Adicionalmente se elaboró una cartilla con material de divulgación y sensibilización sobre la importancia, estado, conservación, protección y manejo de las especies de frailejones.

CAPÍTULO 4

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE *LOS FRAILEJONES EN EL TERRITORIO CAR*

4. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE LOS FRAILEJONES EN EL TERRITORIO CAR

4.1 ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS FRAILEJONES EN COLOMBIA

La primera evaluación del estado de amenaza de los frailejones en Colombia (García *et al.,* 2005) se publicó en el año 2005. En esa fecha sólo se tenía reporte de 67 especies, aunque los autores consideraron una subespecie (*Espeletia brachyaxiantha* S. Díaz subsp. pescana S. Díaz) como especie, por lo que listan 68 'especies' evaluadas. En total reportaron 36 especies amenazadas (13 vulnerables, 16 en peligro y 7 críticamente amenazadas). Desde entonces se han descrito 18 nuevas especies, se han realizado 2 nuevos reportes para el país de especies sólo conocidas para Venezuela, se han identificado varias localidades nuevas, se han llevado a cabo importantes cambios taxonómicos, y se han publicado numerosas contribuciones al conocimiento del grupo. La mayoría de especies categorizadas como amenazadas en aquella primera evaluación presentaron distribución geográfica restringida, y amenazas como expansión de la frontera agropecuaria (Pastoreo, cultivos de papa y cebolla, entre otras). Sin embargo, desde el 2005, no solo ha aumentado la diversidad de frailejones también las amenazas, ahora la minería también se considera una fuerte amenaza (IAvH 2012) y las diferentes afectaciones fitosanitarias registradas al parecer producto del cambio climático (Varela, 2014).

Recientemente el Instituto Alexander von Humboldt (IAvH) lideró un proyecto de re-evaluación del estado de conservación de los frailejones en Colombia, cuyos frutos están siendo publicados en este momento.

De las 88 especies de frailejones reportadas para el país, 85 pudieron ser evaluadas y sólo 3 tuvieron datos deficientes: *Espeletia marnixiana, E. smithiana* y *Espeletiopsis trianae*. En total 68 especies se encuentran en alguna categoría de amenaza (11 críticamente amenazadas, 25 en peligro y 32 vulnerables), 2 están casi amenazadas y 15 son de preocupación menor (Díazgranados, 2018). Las 11 especies críticamente amenazadas son *Espeletia azucarina, E. cachaluensis, E. dugandii, E. oswaldiana, E. paipana, E. perijaensis, E. steyermarkii, Espeletiopsis caldasii, E. diazii, E. funckii* y *Libanothamnus divisoriensis*. Todas estas especies son endémicas y se encuentran únicamente en la Cordillera Oriental, pero ninguna estaría reportada dentro del territorio CAR (Díazgranados, 2018).

Adicionalmente, existen diversos estudios,

que permiten un acercamiento al estado de las poblaciones de algunas especies de Espeletia (*E. grandiflora, E. argentea, Espeletiopsis corymbosa, E. killipi y E. uribei*), que son representativas de los páramos de Cruz Verde y Chingaza, las cuales presentan amenazas por la presencia de herbivoría. Por otra parte, las poblaciones de Espeletiinae presentes en complejos como Guerrero y el altiplano cundiboyacense, según el informe Biodiversidad realizado por el Humboldt en 2015 las áreas agrícolas y de pastos abarcan del 47 al 78 % de su área. Esto genera una señal de alerta sobre el hecho, ya que, la pérdida de cobertura derivada de quemas para expandir los cultivos, ha provocado que las poblaciones de esta especie se hayan dividido y reducido considerablemente. Sumado a esto, la falta de información, los efectos del cambio climático y las afectaciones por hongos e insectos encontradas en estudios recientes han causado un deceso acelerado de individuos dentro de las poblaciones de especies de la subtribu Espeletiinae, razón por la que muchas de estas pueden encontrar en alguna categoría de amenaza y varias en riesgo (Calderón *et al.,* 2005).

El primer registro de afectaciones en frailejones fue realizado durante el desarrollo del Programa Nacional Integrado de Adaptación al Cambio Climático – INAP- en Colombia (Medina, 2009), donde se evidenció una afección inusual en las especies *Espeletia grandiflora, E. uribei* y *E. argentea* (Asteraceae) en la cuenca de la quebrada Calostros dentro del Parque Nacional Natural (PNN) Chingaza, presentando herbivoría en las hojas maduras y síntomas como entorchamiento, deformación de las hojas y pudrición del tallo de individuos vivos. Al realizar las observaciones se encontraron larvas y escarabajos en la roseta; en laboratorio se pudo identificar uno de los morfotipos que pertenecía a Notodontidae (Lepidoptera) y los escarabajos se identificaron como *Dyscolus* sp. (Carabidae), con una densidad de 2-3 individuos/frailejón. Al tomar muestras de las afectaciones se aisló un hongo *Colletotrichum* sp. (Ascomycota) en los individuos afectados, el cual afecta cultivos de tomate de árbol, durazno, ciruela y mora, entre otros (Medina, 2009).

Posteriormente se identificó también el consumo de las hojas centrales de la roseta, clorosis en las hojas maduras y el área afectada de páramo con frailejones afectados, en la cuenca de la quebrada Calostros aumentó en casi un 600% en 8 meses. Se identificaron los escarabajos *Dyscolus interruptus* (Putzeys, 1878) y *Dyscolus striatulus* (Chaudoir, 1878) (Carabidae) en la base de la roseta entrando y saliendo por una serie de perforaciones; una larva de polilla asociada al daño en las hojas centrales de la roseta identificada como Pterophoridae (Lepidoptera) (Medina *et al.*, 2010).

A pesar de estas observaciones hasta el año 2012 no se había implementado un sistema de cuantificación y seguimiento de estas patologías, lo cual llevó a estructurar el Programa Nacional para la Evaluación del Estado y Afectación de los frailejones en los Páramos de los Andes del Norte y el proyecto de investigación enmarcado dentro de este Programa: Análisis de la relación hongos patógenos y afectación de frailejones en el PNN Chingaza llevado a cabo por el Laboratorio de Suelos y Hongos Tropicales de la Pontificia Universidad Javeriana, para determinar los hongos presentes en plantas sanas y con afectación de *E. grandiflora* y *E. argentea*, en la cuenca de Calostros, a diferentes elevaciones. Se encontró que el 49% y 78% de la población de *E. grandiflora y E. argentea*, respectivamente, presentaba afectación. Adicionalmente se registró para *E. grandiflora* los géneros *Trichoderma* sp., *Cladosporium* sp., *Paecilomyces* sp., *Penicillium* sp., *Mucor* sp., *Nigrospora* sp. y *Oedocephalum* sp., que pertenecen a hongos endófitos (Mora, 2012). Nonsoque (2013) continúa con la identificación de hongos endófitos y reporta los géneros *Fusarium* sp.,

Alternaria sp., *Aspergillus* sp. y la especie *Beauveria bassiana*, además de las especies ya reportadas; (Lancheros, 2013) registra Acremonium sp. Estos mismos hongos siguieron apareciendo (Bermúdez, 2014). De estos géneros *Penicillium* sp., *Paecilomyces* sp., *Aspergillus* sp. y *Nigrospora* sp. se encontraron en *E. grandiflora* y *Cladosporium* y *Alternaria* sp. en el 80 y 70% en las plantas afectadas, respectivamente.

Para E. argentea el trabajo de González (2012) reporta los síntomas con los posibles causantes de estos, teniendo así: clorosis (*Fusarium graminearum, Fusarium oxysporum, Fusarium* sp.), manchas foliares (*Alternaria* sp., *Cladosporium* sp.), necrosis foliar (*Cladosporium* sp., *Nigrospora* sp.) marchitez (F*usarium oxysporum, Acremonium* sp.) y pudrición foliar (*Botrytis* sp.). Franco (2014) reportó L*ecanicillium, Acremonium, Aspergillus* y *Mucor*, las cuales no habían sido reportados para *E. argentea* en la cuenca de la quebrada Calostros del Páramo de Chingaza. Igualmente, *Lecanicillium* no se había reportado en ningún estudio realizado en el marco del Programa; finalmente (Avellaneda, 2015) registra *Paecilomyces* sp. y *Penicillum* sp.

Al finalizar la investigación antes mencionada y buscando una posible solución se realizó un trabajo en el PNN Chingaza donde se encontró que *Trichoderma* sp. fue el hongo con mejor potencial antagonista, inhibiendo por completo el crecimiento de todos los fitopatógenos evaluados, *Cladosporium*, F. *graminearum, F. oxysporum, F. solani, Nigrospora, Penicillium, Aspergillus, Paecilomyces, Trichoderma*, al igual que las cepas de *Aspergillus* sp., teniendo un porcentaje de inhibición del crecimiento radial de los hongos (PICR) superior a 75%. Mientras que Paecilomyces en las condiciones evaluadas sería considerado como un antagonista de bajo potencial, al presentar un PICR inferior a 75% (Bernal, 2016).

Por otro lado, se encontró que el patrón de distribución espacial que exhiben los individuos afectados por los patógenos en la microcuenca de la quebrada Calostros es uniforme (Mendoza, 2010), pero posteriormente al profundizar sobre este aspecto se encontró que a otra escala la incidencia y severidad de la afectación eran mayores en el rango de elevación entre 3.350 y 3.600 m, con un máximo alrededor de los 3.400 m de elevación (González, 2013).

Para comprender cómo los insectos estaban afectando las poblaciones de frailejones se empezaron a realizar estudios de evaluación del nivel de afectación y herbivoría para poblaciones de *E. argentea* y *E. grandiflora* principalmente. Jiménez (2012) analizó 1.348 individuos de *E. argentea*, en época de lluvias, dentro de la cuenca de la quebrada Calostros, donde registró que la población presentaba una prevalencia de infección y herbivoría alta; pero una severidad baja, y solo reportó cuatro individuos en estadio plántula. Por su parte, Suárez (2013) realizó un seguimiento caracterizando la dinámica de la enfermedad de esta población en época seca, y determinó que la dinámica de la infección total para la incidencia de entorchamiento y herbivoría en la población mostró un aumento del 7,9% en el tiempo seco 2013, respecto al tiempo de lluvia de 2012 muestreado por Jiménez (2012). Mientras que al evaluar la incidencia para cada afectación se observó una disminución en la incidencia por herbivoría para la época de lluvias respecto a la época seca, y un aumento en la incidencia por entorchamiento del 21,75% de afectación para esta última época. Otra de las pobla-

ciones estudiadas fue *E. grandiflora* donde Torres (2013), evaluó la incidencia por herbivoría y entorchamiento, encontrando una población altamente afectada, ya que tan sólo el 51% de la población se encontró sin ninguna afectación y la proporción de individuos afectados con herbivoría fue del 32±8% y del 35±8% con entorchamiento. Además, registró el 100% de afectación en el meristemo para los juveniles. Con base en estos registros aumentó la preocupación y apareció la necesidad de identificar las especies causantes de las afectaciones mencionadas. Así se logró la identificación una nueva especie de Lepidoptera para la ciencia *Oidaematophorus espeletiae* (Hernández *et al.,* 2014) y reportó por primera vez la presencia de *Hellinsia* sp.

Además, se han realizado trabajos en otros páramos, como las investigaciones de García *et al.,* (2015) quienes hicieron un diagnóstico preliminar de microorganismos fitopatógenos asociados a plántulas de propagación ex situ, de *E. grandiflora* y determinaron que la sintomatología observada en estas y la presencia de los microorganismos *Fusarium, Phytophthora* y *Pythium,* sugieren que se trata de la enfermedad llamada mal de los semilleros, marchitamiento o volcamiento. Por otro lado Buitrago *et al.,* (2015) evaluaron los efectos fisiológicos sobre la pérdida de pubescencia foliar en *Espeletia paipana,* reportando a *Botrytis* sp. como el agente causal más probable, debido a su alta representatividad en los aislamientos y su potencial de infección durante las pruebas de patogenicidad; además registraron que el aumento de la severidad que fue de un 10% hasta 65% en 8 meses en el haz de las hojas, lo que se atribuye al efecto foto-oxidativo de las altas radiaciones entre las 11:00 y 14:00 h.

En el páramo del PNN Cocuy también se presenta la afectación en *E. lopezii,* donde Curculionidae de las subfamilias Baridinae, Entiminae y Scolytinae provocan la mayor parte del daño, en muchos casos causando la muerte de los individuos; también se hallaron larvas de los Entiminae en el suelo atacando el sistema radicular del *E. lopezii*. Esto dificulta la obtención de alimento de manera adecuada y las plantas comienzan a presentar clorosis y a debilitarse, siendo este tipo de daño el más comúnmente observado. No obstante, se evidencia que los frailejones enfermos presentaron mayor diversidad de coleópteros, mientras que los frailejones muertos registraron la mayor abundancia de insectos pertenecientes a la subfamilia Scolytinae (Marroquín & Camacho, 2015).

Todos estos efectos pueden estar enmarcados y son consecuencia de las actividades antrópicas en los páramos, previas o actuales, que han llevado a que insectos y hongos provenientes de cultivos y ganadería se constituyan en agentes de la afectación de los frailejones. Sin embargo, una comparación entre páramos de cuencas bastante transformadas (Teusacá y Siecha) y menos transformadas (Palo Blanco y Calostros) arrojaron una luz en el sentido que la incidencia y la severidad de la afectación por herbivoría u hongos en *E. grandiflora, E. argentea* y *E. corymbosa* era similar, independientemente de indicadores de actividades antrópicas como cercanía a carreteras, infraestructura, cultivos, ni tampoco con aspectos físicos o químicos del suelo (Varela, 2016). Adicionalmente se pudo establecer que polilla nativa *O. espeletiae* que no sólo determinó como la más frecuente en todas las especies de frailejón mencionadas, sino la que es la que mayor daño hace al realizar herbivoría en las hojas centrales de la roseta, que son las hojas que reemplazan las hojas maduras. Se encontraron escarabajos de los géneros *Premnotrypes* sp., *Listronotus*

sp.1, *Puranius* sp., *Hylesinus* sp., *Listronotus* sp. 2, *Listroderes* sp., que representan el 65% de la abundancia total de este grupo. Por otra parte, los escarabajos pertenecientes a la familia Curculionidae y Scolytidae, también hacen herbivoría en plantas debilitadas o sanas, y existe la posibilidad que transporten esporas de hongos fitopatógenos como *Colletotrichum* sp. y *Fusarium* sp., entre otros. Otros géneros de hongos potencialmente patógenos se encontraron en lesiones de hojas y tallo de *E. grandiflora* y *E. argentea*, en las cuatro cuencas, aunque en diferentes proporciones: *Nigrospora* sp., *Curvularia* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Paecilomyces* sp.; pero en todas el predominante es *Nigrospora* sp. (entre 29,4 y 40,8%). Aunque las plantas que han presentado la herbivoría de las polillas tienen posibilidad de recuperarse, las hojas que crecen posteriormente son más pequeñas; sin embargo, las plantas afectadas por hongos tienen menos posibilidad de sobrevivir; en los casos que se ha podido registrar toda la dinámica de afectación en un individuo, se tiene un tiempo que varía entre los 3 y los 9 meses, hasta que muere. Esta afectación por hongos está asociada a condiciones de humedad y alto contenido de materia orgánica, y los individuos no se recuperan, al menos en 9 meses de seguimiento (Varela, 2016).

4.2 ESPECIES DE FRAILEJONES PRESENTES EN EL TERRITORIO CAR

4.2.1. Géneros y especies. Se registraron 2 géneros y 18 especies de frailejón en el territorio CAR, siendo *Espeletia* con 16 especies el género de mayor riqueza, mientras que para *Espeletiopsis* se registraron solo 2 especies (Tabla 8). Sobre el total de especies, es necesario aclarar que se logró corroborar su distribución en campo para 14 especies, una fue representada solo por las colecciones tipo depositadas en el Herbario COL (*Espeletia miradorensis*), una (*E. summapacis*) por la colección tipo y algunas colecciones generales y dos (*Espeletia* sp. 1 y *Espeletia* sp. 2) por registros de campo. Estas últimas especies quedaron pendientes por determinar pues si bien son afines a *Espeletia grandiflora*, *Espeletia miradorensis* y *Espeletia tapirophila*, aún es necesario realizar estudios detallados que permitan su determinación. En el caso de *E. miradorensis* dado que sus localidades tipo se encuentran Cundinamarca, se consideró como especie en jurisdicción.

Es de resaltar que, de las 18 especies, con base en los recorridos de campo realizados en el marco del presente proyecto se establecieron como nuevos registros para el territorio CAR *Espeletia congestiflora, Espeletiopsis garciae* y *Espeletia incana,* las cuales se registraban a la fecha solo para el departamento de Boyacá. El nuevo registro de *E. garciae* el territorio CAR es de suma importancia dado que, a la fecha, dicha especie categorizada como En Peligro, según Calderón, *et al*., (2005) solo se registraba para las zonas montañosas de Arcabuco (entre los departamentos de Santander y Boyacá) y Villa de Leyva (Boyacá) entre los 2.000-3.000 m de elevación. De otra parte, se registró una forma para Espeletia argentea y una variedad para *E. killipii*.

Tabla 8. Lista de especies de frailejón en jurisdicción CAR y su tipo de registro.

	Especies	Tipo de registro
	Espeletia	
1	*Espeletia argentea* Humb. & Bonpl.	Herbario y campo
	Espeletia argentea f. *phaneractis* (S.F. Blake) Cuatrec.	
2	*Espeletia barclayana* Cuatrec.	
3	*Espeletia boyacensis* Cuatrec.	
4	*Espeletia cabrerensis* Cuatrec.	
5	*Espeletia cayetana* Cuatrec.	
6	*Espeletia congestiflora* Cuatrec.	
7	*Espeletia chocontana* Cuatrec.	
8	*Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl.	
9	*Espeletia incana* Cuatrec	Campo
10	*Espeletia killipii* Cuatrec.	Herbario y campo
	Espeletia killipii var. *chisacana* Cuatrec.	
11	*Espeletia miradorensis* (Cuatrec.) Cuatrec.	Herbario
12	*Espeletia murilloi* Cuatrec.	Herbario y campo
13	*Espeletia summapacis* Cuatrec.	Herbario
14	*Espeletia uribei* Cuatrec.	Herbario y campo
15	*Espeletia* sp. 1	Campo
16	*Espeletia* sp. 2	Campo
	Espeletiopsis	
17	*Espeletiopsis corymbosa* (Humb. & Bonpl) Cuatrec.	Herbario y campo
18	*Espeletiopsis garciae*	
19	*Espeletiopsis pleiochasia*	
20	*Espeletiopsis rabanalensis*	

A nivel de registros en el Herbario COL (herbario con mayor número de colecciones de frailejón en Colombia) se encontraron un total de 858 registros para la jurisdicción CAR, PNN Chingaza y PNN Sumapaz, correspondientes a 8 especies; donde las especies con mayor número de registros fueron *E. grandiflora* (292), Espeletiopsis corymbosa (103), *Espeletia barclayana* (64) y *Espeletia argentea* (60). Por otra parte, se encontraron para el territorio CAR especies con un solo registro (*Espeletia boyacensis*).

En relación con la riqueza de especies por complejo de páramo (Tabla 9), teniendo en cuenta el trabajo de campo y la revisión del herbario COL, se destacaron el complejo de Cruz Verde-Sumapaz (10 spp.), seguido por los complejos Rabanal - río Bogotá con 9 especies, Chingaza (7 spp.) y Guerrero (7 spp.). En el complejo Altiplano Cundiboyacense se registró solo una especie.

Tabla 9. Relación de las especies de frailejón registradas por cada complejo de páramo en jurisdicción CAR, en el marco del presente proyecto.

Complejo/Especie	Número de Especies/ Número de parcelas por especie	Complejo/Especie	Número de Especies/ Número de parcelas por especie
Altiplano Cundiboyacense	1	*Espeletia argentea*	16
Espeletiopsis corymbosa	9	*Espeletia barclayana*	18
Chingaza	7	*Espeletia cayetana*	1
Espeletia argentea	7	*Espeletia chocontana*	3
Espeletia grandiflora	19	*Espeletia congestiflora*	2
Espeletia killipii	5	*Espeletia grandiflora*	5
Espeletia sp *1*	2	*Espeletiopsis corymbosa*	15
Espeletia uribei	5	Iguaque - Merchán	4
Espeletiopsis garciae	2	*Espeletia argentea*	8
Espeletiopsis corymbosa	12	*Espeletia boyacensis*	6
Cruz Verde - Sumapaz	10	*Espeletia incana*	2
Espeletia argentea	13	*Espeletia murilloi*	5
Espeletia barclayana	1	Rabanal - río Bogotá	8
Espeletia cabrerensis	47	*Espeletia argentea*	8
Espeletia grandiflora	71	*Espeletia barclayana*	14
Espeletia killipii	9	*Espeletia chocontana*	2
E.killipii var. chisacana	12	*Espeletia* sp *1*	1
Espeletia sp *1*	2	*Espeletia murilloi*	14
Espeletia sp *2*	17	*Espeletiopsis corymbosa*	8
Espeletia summapacis	1	*Espeletiopsis garciae*	3
Espeletiopsis corymbosa	5	*Espeletiopsis pleiochasia*	1
Guerrero	7	*Espeletia rabanalensis*	1

4.2.2 Frailejones endémicos de la jurisdicción CAR. Se reconocen como especies endémicas aquellas que se distribuyen una región particular en el mundo. En el caso de la jurisdicción CAR en el marco del presente proyecto se reconocieron siete especies endémicas, todas pertenecientes al género *Espeletia* (Tabla 10). Es de resaltar de las especies endémicas registradas tres (*E. cabrerensis, E. cayetana, y E. chocontana*) se encuentran en alguna categoría de amenaza, razón por la cual es de suma importancia y responsabilidad dela CAR establecer estrategias de manejo que permitan su conservación en el territorio.

Tabla 10. Relación de especies endémicas de la jurisdicción CAR y el complejo del páramo en el cual se registran.

Especie	Complejo de páramo donde se registra
Espeletia	
E. cabrerensis	Sumapaz-Cruz Verde
E. cayetana	Guerrero
E. chocontana	Guerrero Rabanal-Rio Bogotá
E. killipii	Sumapaz-Cruz Chingaza
E. miradorensis	Sumapaz-Cruz Verde
E. summapacis	Sumapaz-Cruz Verde
E. uribei	Chingaza

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia argentea* Bonpl.

A

B

C

D

Figura 9. Vista de (A). *E argentea* en el páramo de Iguaque-Merchán; (B). Roseta foliar, hojas acintadas (C). Capítulos con flores liguladas reducidas de *E. argentea; (D) E. argentea f. phaneractis,* detalles de flores liguladas vistosas formando un capítulo.

Etimología. Alude al color plateado de las hojas de la roseta.

Nombre común. Frailejón plateado, frailejón plateado de Cundinamarca.

Características generales: Caulirrosula generalmente sésil, ocasionalmente presenta tallo que alcanza máximo 0,80 m de altura. Hojas con lámina foliar acintada o lineal, sésil, cubierta de indumento seríceo plateado brillante, nervios secundarios ausentes o ligeramente visibles. Sinflorescencias 2-4 veces más largas que la roseta foliar, en panículas con abundantes capítulos y 3-4 pares de brácteas en la porción vegetativa, cubiertas por indumento seríceo plateado lustroso. Capítulos semiglobosos psuedodiscoideos (flores liguladas reducidas al tubo, o con una pequeña extensión de 1 mm de largo, de 1-2 cm de diámetro) o radiados (flores liguladas visibles, con lígula de 511 mm de largo, y 1,6-2,5 cm de diámetro con liguladas extendidas). Flores del disco y liguladas amarillas.

Para esta especie se registró la forma *Espeletia argentea* f. *phaneractis*, que se diferencia de *E. argentea* por presentar capítulos radiados, es decir con flores liguladas vistosas.

Distribución. Se registró entre los 3.010-3.734 m de elevación. En un área de distribución de 4.552.761,51 ha, que comprende los complejos paramunos y municipio de Guerrero (618.527,97 ha en San Cayetano, Simijaca, Subachoque, Supatá, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Ubaté y Zipaquirá); Iguaque-Merchán (108.046,44 ha en Chiquinquirá y Saboyá); Páramo de Chigaza (746.838,63 en Chocontá, Gachancipá, Guatavita, La Calera, Machetá, Manta, Sesquilé, Sopó, Suesca y Tocancipá); Rabanal - río Bogotá (620.242,47 ha en Chocontá, Guachetá, Lenguazaque, Machetá, Ráqura, Tibiritá y Villapinzón) (Figura 9).

Ecología. Crece generalmente en vegetación de tipo pajonal, ocasionalmente en chuscal o arbustal; sobre suelos rocosos, secos o algunas veces húmedos. No se registró en suelos encharcados. Suele estar asociada a potreros en proceso de regeneración.

Presiones asociadas. Afectada principalmente por la apertura y presencia de potrero para ganadería; así como por cultivos y acciones de minería en la zona.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia barclayana* Cuatrec.

A

B

C

Figura 10. Vista de *Espeletia barclayana*. (A). Individuo y (B). Detalle del capitulo en Guerrero; (C). Población en Rabanal.

Etimología. El nombre de la especie hace alusión al Dr. Harriet Barclay ecológo estudioso de las plantas quién realizó extensivas colectas de muestras botánicas en los páramos de los Andes de Ecuador, Colombia y Venezuela.

Nombre común. Frailejón, frailejón repollo de Cundinamarca.

Características generales: Caulirrosula hasta de 2,50 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar elíptica o anchamente-elíptica, ápice agudo y base que repentinamente se angosta en un pseudopeciolo, cubierta de indumento denso lanoso amarillo claro o amarillo-grisáceo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias 2 veces más largas que la roseta foliar, en panículas subcorimbiformes con 5-15 capítulos y porción vegetativa ebracteada, cubiertas por indumento denso lanoso amarillo-cobrizo o amarillo-blanquecino. Capítulos 3.5-4 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Se registró entre los 3.213 - 3.691 m de elevación, en un área de distribución de de 12.251,07 ha, que comprende los complejos paramunos y municipios de Altiplano Cundiboyacense (3,78 ha en Suesca); Guerrero (7.596,18 ha en Buenavista, Carmen de Carupa, Cogua, Cucunubá, Pacho, San Cayetano, Subachoque, Supatá, Susa, Tausa y Zipaquirá); Iguaque-Merchán (125,91 ha en Saboyá); Páramo de Chingaza (106,65 ha en Chocontá, Guatavita, Machetá y Sesquilé) y Rabanal - río Bogotá (4.418,55 ha en Chocontá, Guachetá, Lenguzaque, Machetá, Ráquira y Villapinzón) (Figura 10).

Ecología. Crece generalmente en vegetación de tipo pajonal, ocasionalmente en chuscal, arbustal o borde del bosque; sobre suelos húmedos, a veces encharcados, rara vez secos o rocosos.

Presiones asociadas. Afectada principalmente por la apertura y presencia de potrero para ganadería; así como por cultivos y acciones de minería en la zona. En algunos sectores se observaron afectaciones por actividades de turismo no regulado.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia boyacensis* Cuatrec.

A

B

C

Figura 11. Vista de *Espeletia boyaensis* en el páramo de Guerrero. (A). Detalle de la roseta foliar; (B). Detalle de los capítulos; (C). Individuo.

Etimología. Alude al departamento de Boyacá, donde se registró el espécimen tipo y se distribuye ampliamente esta especie.

Características generales: Caulirrosula sésil, ocasionalmente con tallo hasta de 0,50 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar estrechamente oblanceolada o lineal-lanceolada, ápice agudo y gradualmente atenuada hacia la base en un pseudopeciolo, cubierta de indumento villoso-seríceo grisáceo lustroso, nervios secundarios delgados y ligeramente visibles por el envés. Sinflorescencias 2-4 veces más largas que la roseta foliar, en panículas con abundantes capítulos y porción vegetativa con 3-5 pares de brácteas vegetativas de las cuales 1-2 pares se ubican cercanas a la base, cubiertas por indumento seríceo-villoso blanquecino en la porción vegetativa y cobrizo en la porción reproductiva. Capítulos 1,8-3 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Nombre común. Frailejón plateado, frailejón plateado boyacense.

Distribución. Se registró entre los 3.079 - 3.381m de elevación, en un área de distribución de 2.325,6 ha, que comprende los complejos paramunos y municipios de Guerrero (0,27 ha en Carmen de Carupa) e Iguaque-Merchán (2.25,33 ha en Chiquinquirá y Saboyá) (Figura 11).

Ecología. Crece en vegetación de tipo pajonal, rara vez asociada con arbustales; sobre suelos húmedos o secos. No se registró en suelos encharcados. Suele observarse en potreros o sitios de cultivo en proceso de regeneración.

Presiones asociadas. Afectada por la apertura y presencia de potrero para ganadería.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia cabrerensis* Cuatrec.

A

B

C

Figura 12. Vista de *Espeletia cabrerensis* (A). Población en el páramo Sumapaz; (B). Detalle de algunos capítulos y (C). Individuo.

Nombre común. Frailejón, frailejón de Cabrera

Características generales: Caulirrosula hasta de 2,50 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar estrechamente linearlanceolada, ápice agudo y gradualmente atenuada hacia la base en un pseudopeciolo, cubierta de indumento lanoso blanquecino, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias 2 veces más largas que la roseta foliar, en paniculas con alrededor de 43 capítulos y porción vegetativa ebracteada, cubiertas por indumento lanoso blanquecino o grisáceo blanquecino, excepto en los pedicelos y capítulos donde es amarillo áureo. Capítulos 2,4 - 3 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Se registró entre los 3.163 - 3.673 de elevación, solo para el complejo paramuno de Cruz Verde - Sumapaz en los municipios de Arbeláez, Bogotá D.C. Rural, Cabrera, Pasca, San Bernardo, Soacha y Venecia, en un área de distribución de 27.387 ha (Figura 12).

Ecología. Crece generalmente en vegetación de tipo pajonal, ocasionalmente en arbustales; sobre suelos húmedos o secos, rara vez rocosos.

Presiones asociadas. Afectada principalmente por la apertura y presencia de potrero para ganadería y zonas de cultivo.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia cayetana* Cuatrec.

A

B

C

D

Figura 13. Vista de *Espeletia cayetana* en el complejo de Guerrero. (A). Vista de una población; B. Detalle de la sinflorescencia; (C). Detalle del capítulo; (D). Individuo.

Etimología. Alude al municipio de San Cayetano en Cundinamarca, donde fue recolectado el ejemplar tipo de la especie.

Nombre común. Frailejón, frailejón de San Cayetano.

Características generales: Caulirrosula hasta de 2 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar anchamente elíptica-lanceolada, ápice agudo y abruptamente contraídas hacia la base en un pseudopeciolo, cubierta de indumento densamente lanoso y blanquecino, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias robustas, de igual longitud o ligeramente sobrepasando la roseta foliar, en racimos con 7-14 capítulos y porción vegetativa con 2-3 pares de brácteas vegetativas, cubiertas por indumento denso lanoso blanquecino, excepto en los pedicelos y capítulos donde es amarillo u ocráceo. Capítulos 4-5 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Para la especie solo se tiene un registró sobre los 3.645 m de elevación, en el complejo de Guerrero, municipio de Carmen de Carupa (Figura 13).

Ecología. Crece en vegetación de tipo pajonal con algunos arbustos dispersos; sobre suelos secos.

Presiones asociadas. En el sitio de muestreo la única presión corresponde a una mina de carbón abandonada.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia chocontana* Cuatrec.

A

B

C

D

Figura 14. Vista de *Espeletia chocontana* en el complejo Rabanal; (A). Individuo en floración; (B). Detalle de capítulos; (C). Población; (D). Individuo en botón floral.

Nombre común. Frailejón, frailejón de Chocontá

Características generales: Caulirrosula hasta de 1,50 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar lineal o estrechamente oblonga, ápice agudo y gradualmente estrecha hacia la base en un pseudopeciolo, cubierta de indumento denso lanoso blanco, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias 2-3 veces la longitud de la roseta foliar, en paniculas con 23-55 capítulos y porción vegetativa con 2-4 pares de brácteas vegetativas, cubiertas por indumento denso lanoso blanco en la porción vegetativa y amarillo o áureo en la porción reproductiva. Capítulos 2,5-3,5 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Se registró entre los 2.715-3.637 m de elevación, en un área de distribución de 3.590,46 ha, que comprende los complejos paramunos y municipios de Cruz Verde-Sumapaz (151,56 ha en Arbeláez, Bogotá D.C. Rural, Cabrera, Pasca, San Bernardo, Sibaté y Soacha); Guerrero (1.279,8 ha en Buenavista, Carmen de Carupa, Cogua, Fúquene, Pacho, San Cayetano, Simijaca, Subachoque, Supatá, Susa, Sutatausa, Tausa, Ubaté y Zipaquirá); Iguaque-Merchán (297,72 ha en Chiquinquirá y Saboyá); Páramo de Chingaza (300,42 ha en Chocontá, Guatavita, La Calera, Machetá, Manta, Sesquilé, Sopó y Suesca) y Rabanal - río Bogotá (1.560,96 ha en Chocontá, Guachetá, Lenguazaque, Machetá, Ráquira, Tibirita y Villapinzón) (Figura 14).

Ecología. Crece en vegetación de tipo pajonal o arbustal; sobre suelos húmedo o encharcados.

Presiones asociadas. Afectada por la apertura y presencia de potreros para ganadería y zonas de cultivos.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia congestiflora* Cuatrec.

A

B

C

Figura 15. Vista de Espeletia grandiflora (A). detalle del capítulo en el complejo de Chingaza; (B). Población en el complejo Sumapaz-Cruz Verde; (C). Individuo.

Etimología. Hace referencia a la disposición agrupada o contraída de los capítulos por la anulación de los pedúnculos en una masa apretada en el extremo de la sinflorescencia.

Nombre común. Frailejón, frailejón de bastón.

Características generales: Caulirrosula sésil o con tallo hasta de 0,50 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar lineal, estrechamente oblonga u oblanceolado-lineal, ápice agudo y gradualmente estrecha hacia la base en un corto pseudopecioladas o algunas veces sésiles, cubierta de indumento denso lanoso amarillo, amarillo áureo o grisáceo amarillo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias 2-3 veces la longitud de la roseta foliar, en cimas-tirsoideas con 3-7 capítulos sésiles o subsésiles densamente aglomerados hacia el final de sinflorescencia y porción vegetativa con 1-4 pares de brácteas vegetativas, cubiertas por indumento denso lanoso amarillo o áureo. Capítulos 3.5 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Se registraron dos poblaciones entre los 3.360 – 3.453 m de elevación, en el complejo de Guerrero, municipio de Carmen de Carupa (Figura 15).

Ecología. Crece en vegetación de tipo pajonal, ocasionalmente con algunos arbustos dispersos; sobre suelos secos.

Presiones asociadas. Afectada por la apertura y presencia de potreros para ganadería y zonas de cultivo, ocasionalmente por la presencia de actividades de turismo no regulado.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl.

A

B

C

Figura 16. Vista de Espeletia grandiflora (A). Individuo; (B). Población en el complejo Cruz Verde - Sumapaz; (C). Detalle del capítulo en el complejo de Chingaza

Nombre común. Frailejón, frailejón mayor.

Características generales: Caulirrosula hasta de 3 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar estrechamente elíptica, lineal-elíptica, ancha o estrechamente lanceolada, ápice agudo y estrecha hacia la base en un corto o largo pseudopeciolo, algunas pecioladas, cubierta de indumento lanoso o denso lanoso blanco o blanco-grisáceo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias 2-3 veces la longitud de la roseta foliar, en paniculas con 5-41 capítulos y porción vegetativa con 1-5 pares de brácteas vegetativas, cubiertas por indumento lanoso amarillo-blancuzco, blanco-grisáceo o amarillo. Capítulos (2,5-) 4-6 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Se registró entre los 2.914 – 3.861 m de elevación, en un área de distribución de 124.985,25 ha, que comprende los complejos paramunos y municipios de Altiplano Cundiboyacense (591,75 ha en Chocontá, Cucunubá, Gachancipá, Lenguazaque, Nemocón, Suesca y Villapinzón); Cruz Verde – Sumapaz (79.098,21 ha en Arbeláez, Bogotá D.C. Rural, Bogotá D.C. Urbano, Cabrera, La Calera, Pasca, San Bernardo, Sibaté, Soacha y Venecia); Guerrero (18.913,5 ha en Buenavista, Carmen de Carupa, Cogua, Cucunubá, Fúquene, Pacho, San Cayetano, Subachoque, Supatá, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Ubaté y Zipaquirá); Iguaque-Merchán (108,36 ha en Chiquinquirá y Saboyá); Páramo de Chingaza (18.488,34 ha en Chocontá, Gachancipá, Guatavita, La Calera, Machetá, Sesquilé, Sopó, Suesca y Tocancipá) y Rabanal - río Bogotá (7.785,09 ha en Chocontá, Guachetá, Lenguazaque, Machetá, Ráquira y Villapinzón) (Figura 16).

Ecología. Crece generalmente en vegetación de tipo pajonal, pero también se registró asociada con chuscales y arbustales; sobre suelos húmedos o encharcados, ocasionalmente en suelos secos.

Presiones asociadas. Afectada principalmente por la apertura y presencia de potreros para ganadería y zonas de cultivo. Hacia el complejo de Sumapaz se evidenciaron quemas antiguas de frailejonales y posible pérdida de individuos a causa de la expansión urbana. En el complejo de Chingaza se registró una población afectada por acciones de minería.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia incana* Cuatrec.

A

B

C

Figura 17. Vista de *Espeletia incana* en el complejo Iguaque-Merchán A. Detalle de la sinflorescencia; B. Roseta foliar; C. Población.

Etimología. Hace referencia a la apariencia blanquecina de la roseta foliar. Nombre común. Frailejón, frailejón blanco, frailejón de los incas.

Características generales: Caulirrosula hasta de 5 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar elíptica o estrechamente-elíptica, ápice agudo y atenuada hacia la base, sésil, cubierta de indumento denso lanoso blanco, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias más cortas o de igual longitud que la roseta foliar, en cimas con 3-5 capítulos y porción vegetativa ebracteada, cubiertas por indumento denso lanoso blanco o blanco-grisáceo. Capítulos 2,5-3,5 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Esta especie considerada a la fecha como restringida para los departamentos de Boyacá y Santander, en el presente estudio registró dos poblaciones entre los 3.223 - 3.334 m de elevación, en el complejo Iguaque-Merchán municipio de Saboyá (Figura 17).

Ecología. Crece en vegetación de tipo pajonal o arbustal; sobre suelos húmedos o encharcados

Presiones asociadas. Afectada por la apertura y presencia de potrero para ganadería y zonas de cultivo.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia killipii* Cuatrec.

A

B

C

Figura 18. Vista de *Espeletia killipii* en el complejo de Chingaza (A). Individuo; (B). Población y (C). Detalle del capítulo

Etimología. Alude al ilustre botánico Ellsworth P. Killip del Smithsonian Institution recolector del ejemplar tipo de la especie.

Nombre común. Frailejón, frailejón de Chisacá.

Características generales: Caulirrosula hasta de 2,5 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar estrechamente-oblonga, ápice agudo y atenuada hacia la base, sésil, cubierta de indumento denso lanoso blanco, ocráceo blancuzco o blanco-grisáceo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias sobrepasando ligeramente la roseta foliar, pero sin alcanzar a tener 2 veces su longitud, en cimas con 3-7 (rara vez 11) capítulos y porción vegetativa ebracteada, cubiertas por indumento denso lanoso amarillo o blancuzco. Capítulos 2,7-3,5 (-5,5) cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Para esta especie se registra la variedad *Espeletia killipii* var. *chisacana*, que se diferencia por presentar flores liguladas mayores con 3, 5 o 7 capítulos, así: *E. killipii* con liguladas de 12-16 mm de largo y tubo de 3.5-6 mm de largo; generalmente 3 capítulos Vs. *E. killipii* var. *chisacana* con liguladas de 20-26 mm de largo y tubo de 1.5-3 mm de largo; generalmente 3-7 capítulos.

Distribución. Se registró entre los 3.119 - 3772 m de elevación, en un área de distribución de 37.383,3 ha, que comprende los complejos paramunos y municipios de Altiplano Cundiboyacense (5,04 ha en Chocontá, Cucunubá y Suesca); Cruz Verde -Sumapaz (29.452,05 ha en Arbeláez, Bogotá D.C. Rural, Cabrera, La Calera, Pasca, San Bernardo, Sibaté y Soacha); Guerrero (17,55 ha en Carmen de Carupa, Cogua, Cucunubá, Pacho, Tausa y Zipaquirá); Páramo de Chingaza (6.173,73 ha en Chocontá, Gachancipá, Guatavita, La Calera, Machetá, Manta, Sesquilé, Sopó y Tocancipá) y Rabanal y río de Bogotá (1.734,93 ha en Chocontá, Guachetá, Lenguazaque, Machetá, Ráquira, Tibirita y Villapinzón) (Figura 18).

Ecología. Crece en vegetación de tipo pajonal o arbustal, ocasionalmente asociada con chuscales; sobre suelos húmedos o encharcados. En el complejo Chingaza se observaron algunos individuos con herbivoría por oso andino.

Presiones asociadas. Afectada por la apertura y presencia de potrero para ganadería y zonas de cultivo.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia killipii var. chisacana*

A

B

C

Figura 19. Vista de *Espeletia killipii* var. chisacana en el complejo de Sumapaz; (A). Individuo; (B). Población; (C). Detalle de la sinflorescencia.

Distribución. Se registró entre los 3.453 - 3.907 m de elevación, en un área de distribución de 17.79,22 ha, que comprende los complejos paramunos y municipios de Cruz Verde-Sumapaz (17.656,83 ha en Arbeláez, Bogotá D.C. Rural, Pasca, San Bernardo y Soacha) y Páramo de Chingaza (132.39 ha en Guatavita, La Calera, Machetá y Sesquilé) (Figura 19).

Ecología. Crece generalmente en vegetación de tipo pajonal, ocasionalmente asociada con chuscales; sobre suelos húmedos o encharcados.

Presiones asociadas. Afectada por la apertura y presencia de potrero para ganadería y zonas de cultivo. Así mismo se observaron poblaciones afectadas por antiguas quemas y actividades relacionadas con el turismo no regulado.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia miradoresis (Cuatrec.)* Cuatrec.

Tomado de https://plants.jstor.org/search?Plantname=%22Espeletia+miradorensis%22&syn=1

Figura 20. Vista de excicatas del isotipo de *Espeletia miradorensis* (A). Sinflorescencia y (B). hojas.

Etimología. Refiere al sector "El Mirador" en el alto de Lagunitas del páramo de Sumpaz, localidad donde se recolectó el ejemplar tipo de la especie.

Nombre común. Frailejón, frailejón del Mirador.

Características generales: Caulirrosula hasta de 1,5 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar grande y robusta oblongolanceolada, ápice agudo y atenuada hacia la base, largo peciolada, cubierta de indumento lanoso blanco o grisáceo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias 2 veces la longitud de la roseta foliar, robustas y ligeramente incurvadas en la base, en panículas con ca. 19 capítulos y porción vegetativa con 2 pares de brácteas vegetativas, cubiertas por indumento denso lanoso amarillo áureo. Capítulos 3,2-3,5 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Solo se reconoce por el sitio de colección del ejemplar tipo que corresponde al "páramo de Sumapaz, Alto de Lagunitas, El Mirador, 5 km de San Juan, límite de un pantano con páramo seco, 3.560 m alt.". Si bien durante la implementación del proyecto se recorrió gran parte del territorio de Sumpaz, no fue posible registrar la especie, esto se debe quizás a que la localidad tipo se ubica en jurisdicción del Parque Nacional Natural Sumapaz.

Teniendo en cuenta lo anterior, para esta especie no se presenta información sobre ecología, presiones asociadas ni estructura poblacional.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia murilloi* Cuatrec.

A

B

C

Figura 21. Vista de *Espeletia murilloi* (A). Individuo; (B). Población en el complejo de Rabanal y (C). Detalle de un capítulo.

Etimología. Alude al Doctor Ludovico María Murillo, biólogo notable y pionero de la biología y entomología en Colombia, vicedirector y cofundador del Instituto Botánico de Bogotá.

Nombre común. Frailejón, frailejón de Murillo.

Características generales: Caulirrosula hasta de 2 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar estrechamente elíptica, ápice agudo y gradualmente atenuada hacia la base en un corto pseudopeciolo, cubierta de indumento denso lanoso amarillo, amarillo-grisáceo u ocráceo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias 2-3 veces la longitud de la roseta foliar, en cimas con 5-11 capítulos y porción vegetativa ebracteada, cubiertas por indumento denso lanoso amarillo o ferruginoso. Capítulos 2-3 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Se registró entre los 3.121- 3.504 m de elevación, en un área de distribución de 6.601,14 ha, que comprende los complejos paramunos y municipios de Guerrero (20,79 ha en Carmen de Carupa, San Cayetano, Susa, Tausa y Zipaquirá); Iguaque-Merchán (1.729,44 ha en Chiquinquirá y Saboyá); Páramo de Chingaza (192,78 en Chocontá, Guatavita, La Calera, Machetá y Sesquilé) y Rabanal - río Bogotá (4.658,13 ha en Chocontá, Guachetá, Lenguazaque, Machetá, Ráquira, Tibirita y Villapinzón) (Figura 21).

Ecología. Crece en vegetación de tipo pajonal, rara vez entremezclada con arbustales; sobre suelos húmedo o encharcados. Se observó ocasionalmente entremezclada con *E. argentea*.

Presiones asociadas. Afectada por la apertura y presencia de potrero para ganadería y zonas de cultivo. En el complejo de Iguaque se observó una población donde los individuos presentaban pérdida de hojas por acción humana, y en el complejo de Rabanal otra población afectada por acciones propias de la minería de carbón.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia summapacis* Cuatrec.

Tomado de https://plants.jstor.org/search?plantName=%22Espeletia+summapacis%22&syn=1

Figura 22. Vista de excicatas del holotipo de *Espeletia summapacis*. (A). hojas; (B). Sinflorescencia.

Etimología. Hace referencia al páramo de Sumapaz donde esta especie fue recolectada por primera vez.

Nombre común. Frailejón, frailejón de Sumapaz.

Características generales: Caulirrosula hasta de 2 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar lanceolado-oblonga, ápice acuminado o agudo y atenuada hacia la base, sésil, cubierta de indumento lanoso blanco, blanco-verdoso o grisáceo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias ligeramente sobrepasando la roseta foliar, en cimas con 3 capítulos y porción vegetativa ebracteada, cubiertas por indumento denso lanoso blanco. Capítulos 5-5,5 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas. Filarias lineallanceoladas u oblongas de ápice agudo, más largas que las flores liguladas.

Distribución. Se reconoce por el sitio de colección del ejemplar tipo que corresponde al "*Macizo de Sumapaz, adelante de Andabobos, cerca al Pico de San Mateo, páramo, 3.950 -4.000 m",* así mismo por las colecciones de herbario registradas en el Herbario Nacional Colombiano en el páramo de Sumapaz sectores de la quebrada de La Rabona junto al Alto de San Mateo, 2 km de la división de la carretera a San Juan; Alto de la Rabona cruce con la quebrada Honda; corregimiento de Nazareth en la vía a Buenos Aires. Entre los 3.500 y 4.000 m de elevación

Si bien durante la implementación del proyecto se recorrió gran parte del complejo de Sumapaz, no fue posible registrar la especie; no obstante, se registra ya que algunas de las localidades referenciadas en COL posiblemente se encuentran en jurisdicción CAR.

Teniendo en cuenta lo anterior, para esta especie no se presenta información sobre ecología, presiones asociadas ni estructura poblacional.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN Espeletia uribei Cuatrec.

A

B

C

D

E

Figura 23. Vista de *Espeletia uribei* en el complejo Chingaza (A). Detalle de la sinflorescencia y roseta foliar; (B). y (C). Población. (D) y (E). Detalle de un capítulo.

Etimología: Dedicada al Dr. Lorenzo Uribe y Uribe, reconocido botánico del Instituto de Botánica en Bogotá y recolector del espécimen tipo de la especie.

Nombre común. Frailejón, frailejón de Chingaza.

Características generales: Caulirrosula hasta de 8 m de altura, que pierde la necromasa del tallo con la madurez, dejando fisuras gruesas, duras y corchosas. Hojas con lámina foliar oblongo-elíptica u oblongo-lanceolada, ápice corto acuminado o agudo y atenuada hacia la base en un corto pseudopeciolada o sésil, cubierta de indumento seríceo-villoso verde o verde-grisáceo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias igual o ligeramente sobrepasando la roseta foliar, en paniculas con 25-41 capítulos y porción vegetativa con 1-2 pares de brácteas vegetativas, rojizas, cubiertas por indumento lanoso blanco. Capítulos semiglobosos, 2-3 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas y que se van tornando vinosas con la madurez.

Distribución. Se registró entre los 2.980 - 3.501 m de elevación, en un área de distribución de 6.747,57 ha, que comprende los complejos paramunos y municipios de Cruz Verde -Sumapaz (246,51 ha en Bogotá D.C. Rural, Cabrera, La Calera y Pasca); Páramo de Chingaza (3.529,8 ha en Chocontá, Guatavita, La Calera, Machetá, Manta y Sesquilé) y Rabanal - río Bogotá (2.971,26 ha en Chocontá, Guachetá, Machetá, Tibirita y Villapinzón) (Figura 23).

Ecología. Crece asociada con vegetación de tipo arbustal o entremezclada en el bosque, donde generalmente se observan los individuos sobresaliendo entre los árboles. Sobre suelos húmedos y generalmente con pendiente pronunciada.

Presiones asociadas. Afectada por la apertura y presencia de potrero para ganadería y zonas de cultivo. Una población registró afectaciones por turismo no regulado.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia* sp.1

A

B

C

D

Figura 24. Vista de *Espeletia* sp. 1 en el complejo Sumapaz (A). Población, (B). Detalle de la sinflorescencia; (C). Detalle de los capítulos; (D). Individuo.

Para esta especie no se asignó el epíteto específico dado que para lograr su determinación es necesario realizar un estudio taxonómico detallado que permita establecer si corresponde a una de sus especies más afines (*Espeletia miradorensis, Espeletia grandiflora*) o a un nuevo registro para el territorio CAR. Lo anterior dada la dificultad existente en la delimitación taxonómica de *Espeletia grandiflora*.

Nombre común. Frailejón.

Características generales: Caulirrosula hasta de 2,50 m de altura, que pierde la necromasa con la madurez, quedando sobre el tallo solo las vainas foliares que se tornan duras y corchosas. Hojas con lámina foliar anchamente oblonga, largo aguda hacia el ápice atenuada hacia la base, largamente peciolada, cubierta de indumento lanoso blancogrisáceo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias sobrepasando la roseta foliar, pero sin alcanzar dos veces su longitud, saliendo de forma arqueada desde la parte inferior de la roseta foliar, en paniculas con 21-27 capítulos y porción vegetativa con 3-4 pares de brácteas vegetativas, cubiertas por indumento lanoso blanco-grisáceo o amarillo, que se torna amarillo áureo en los pedicelos y capítulos. Capítulos 3-4 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Se registró entre los 3.142 - 3.574 m de elevación, en un área de distribución de 24.319,62 ha, que comprende los complejos paramunos y municipios de Cruz Verde -Sumapaz (20.469,96 ha en Arbeláez, Bogotá D.C. Rural, Cabrera, La Calera, Pasca, San Bernardo, Soacha y Venecia); Páramo de Chingaza (3.401,62 ha en Chocontá, Guatavita, La Calera, Machetá, Manta y Sesquilé) y Rabanal - río Bogotá (448,38 ha en Chocontá, Guachetá, Machetá, Tibirita y Villapinzón).

Ecología. Crece generalmente asociada con vegetación de tipo pajonal, ocasionalmente con arbustal. Sobre suelos húmedos o encharcados.

Presiones asociadas. Solo se registró una población afectada por ganadería en un sector del complejo de Sumapaz. Las demás poblaciones no registraron afectaciones antrópicas.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletia* sp. 2

A

B

C

D

Figura 25. Vista de *Espeletia* sp.2 en el complejo Sumapaz (A). Detalle de la roseta foliar; (B). Población; (C). Detalle del capítulo; (D). Detalle de la sinflorescencia.

Para esta especie no se asignó el epíteto específico dado que para lograr su determinación es necesario realizar un estudio taxonómico detallado que permita establecer si corresponde a una de sus especies más afines (*Espeletia miradorensis, Espeletia grandiflora, Espeletia tapirophila*) o a un nuevo registro para el territorio CAR. Lo anterior dada la dificultad existente en la delimitación taxonómica de *Espeletia grandiflora* y las especies *E. miradorensis* y *E. tapirophila*.

Nombre común. Frailejón.

Características generales: Caulirrosula hasta de 2 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas con lámina foliar elíptica, ápice largo agudo y atenuada hacia la base formando un pseudopeciolo, cubierta de indumento lanoso amarillo-blancuzco o amarillo-grisáceo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias ligeramente sobrepasando o dos veces el largo de la roseta foliar, en panículas con 18-21 capítulos y porción vegetativa con 2 pares de brácteas vegetativas, cubiertas por indumento denso lanoso amarillo, que se torna áureo en los pedicelos y capítulos. Capítulos 2.5-3.5 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Se registró entre los 3.297 - 3.796 m de elevación, en un área de distribución de 8.499,6 ha, que comprende los complejos paramunos y municipios de Cruz Verde - Sumapaz (8.497,35 ha en Arbeláez, Bogotá D.C. Rural, Cabrera, Pasca, San Bernardo y Soacha) y Páramo de Chingaza (2,25 ha en La Calera) (Figura 25).

Ecología. Crece generalmente asociada con vegetación de tipo pajonal, rara vez con arbustal. Sobre suelos principalmente encharcados, rara vez húmedos o rocosos.

Presiones asociadas. Afectada por la apertura y presencia de potrero para ganadería y zonas de cultivo.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN

Espeletiopsis corymbosa (Humb. & Bonpl.) Cuatrec.

A

B

C

D

Figura 26. Vista de *Espeletiopsis corymbosa* en el complejo Chingaza (A). Detalle de la sinflorescencia; (B). Detalle de los capítulos; (C). Población; (D). Individuo

Etimología: El epíteto específico alude a la forma de la sinflorescencias, que corresponde al tipo corimbiforme, donde todas las ramas se extienden hasta alcanzar la misma altura.

Nombre común. Frailejón, frailejón liso, oreja de mula.

Características generales: Caulirrosula hasta de 1,50 m de altura, con necromasa que suele mantenerse cubriendo el tallo. Hojas coriáceas o ligeramente coriáceas, con lámina foliar obovadas, ápice bruscamente acuminado y atenuada hacia la base, sésil, cubierta de indumento hirsuto o piloso que se va perdiendo con la madurez, blanco o grisáceo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias igual o ligeramente sobrepasando la roseta foliar, en corimbos con abundantes capítulos y porción vegetativa ebracteada o con 1-3 brácteas vegetativas alternas, cubiertas por indumento piloso blanco. Capítulos 1,2-1,6 cm de diámetro con liguladas extendidas, radiados. Flores del disco y liguladas amarillas.

Distribución. Se registró entre los 2.696 - 3.534 m de elevación, en un área de distribución de 103.853,52 ha, que comprende los complejos paramunos y municipios de Altiplano Cundiboyacense (2.544,57 ha en Chocontá, Cucunubá, Gachancipá, Lenguazaque, Nemocón, Suesca y Villapinzón); Cruz Verde - Sumapaz (23.943,87 ha en Arbeláez, Bogotá D.C. Rural, Bogotá D.C. Urbano, Cabrera, La Calera, Pasca, San Bernardo, Sibaté y Soacha); Guerrero (41.251,59 ha en Buenavista, Carmen de Carupa, Cogua, Cucunubá, Fúquene, Pacho, San Cayetano, Simijaca, Subachoque, Supatá, Susa, Sutatausa, Tabio, Tausa, Ubaté y Zipaquira); Iguaque-Merchán (3.688,83 ha en Chiquinquirá y Saboyá); Páramo de Chingaza (18.868,23 ha en Chocontá, Gachancipá, Guatavita, La Calera, Machetá, Manta, Sesquilé, Sopó, Suesca y Tocancipá) y Rabanal y río de Bogotá (13.556,43 ha en Chocontá, Guachetá, Lenguazaque, Machetá, Ráquira, Tibirita y Villapinzón) (Figura 26).

Ecología. Crece generalmente asociada con vegetación de tipo pajonal o arbustal. Sobre suelos húmedos o secos, pero nunca en suelos encharcados.

Presiones asociadas. Afectada por la apertura y presencia de potrero para ganadería y zonas de cultivo. En los complejos de Guerreo y Chingaza se registraron poblaciones afectadas por turismo no regulado; así mismo en el complejo de Guerrero algunas afectadas por acciones propias de la minería.

FICHA DE CARACTERIZACIÓN DE LA ESPECIE DE FRAILEJÓN *Espeletiopsis garciae* (Cuatrec.) Cuatrec.

A

B

C

D

Figura 27. Vista de *Espeletiopsis garciae* en el complejo Chingaza (A). Individuos; (B). Detalle de la sinflorescencia; (C). Detalle de los capítulos; (D). Población.

Etiología: Dedicada a Hernando García - Barriga, reconocido botánico colombiano.

Nombre común. Frailejón, frailejón de Arcabuco, frailejón de García-Barriga.

Características generales: Caulirrosula hasta de 6 m de altura, que pierde la necromasa del tallo con la madurez, excepto por las más cercanas a la roseta foliar, dejando cicatrices visibles en el tallo. Hojas con lámina foliar lanceolada o angosto-elíptica, ápice agudo y atenuada hacia la base, sésil, cubierta de indumento hirsuto o piloso se va perdiendo con la madurez tornándose áspero al tacto, blanco o grisáceo, nervios secundarios visibles por el envés. Sinflorescencias igual o más cortas que la roseta foliar, en panículas corimbiformes con abundantes capítulos y porción vegetativa ebracteada, cubiertas por indumento piloso blanco. Capítulos globosos, sésiles, 0,4 – 0,7 cm de diámetro, discoideos. Flores del disco y liguladas amarillas. Flores liguladas reducidas al tubo o con un apéndice de hasta 2 mm de longitud.

Distribución. Para la especie solo se registraron tres poblaciones entre los 2.715 - 3.418 m de elevación, en los complejos paramunos y municipios de Páramo de Chingaza en Chocontá y Rabanal y río Negro en Chocontá y Ráquira (Figura 27).

Ecología. Crece generalmente asociada con vegetación de tipo arbustal o bosque, donde los individuos sobresalen entre los árboles. Sobre suelos húmedos o secos. Presiones asociadas. Afectada por la apertura y presencia de potrero para ganadería.

4.3 MAPAS DE PRESENCIA DE ESPECIES POR COMPLEJO

PÁRAMO ALTIPLANO CUNDIBOYACENSE

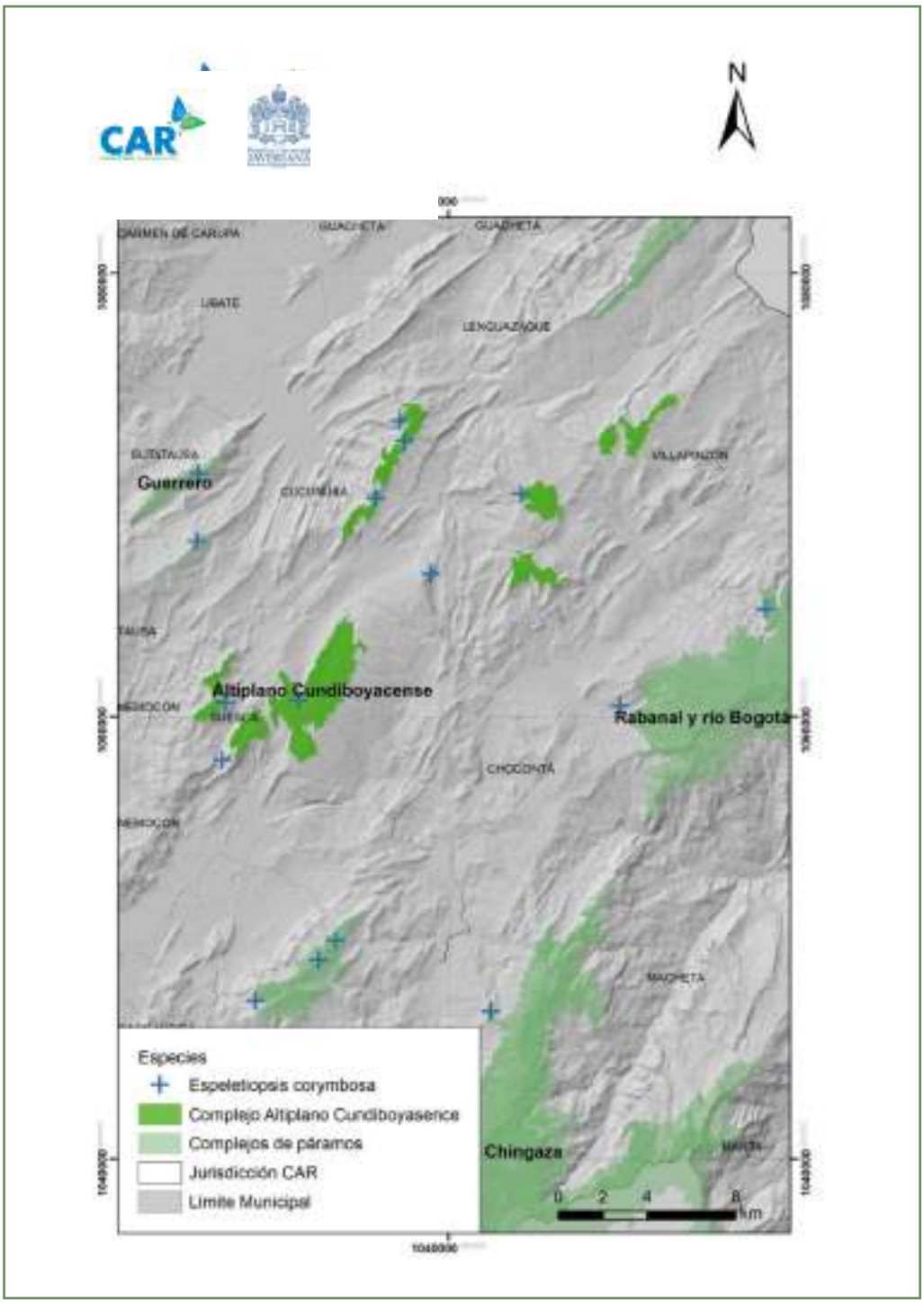


Figura 28. Mapa de presencia de las especies de frailejones en el complejo de páramo altiplano Cundiboyacense.

COMPLEJO DE PÁRAMO CHINGAZA

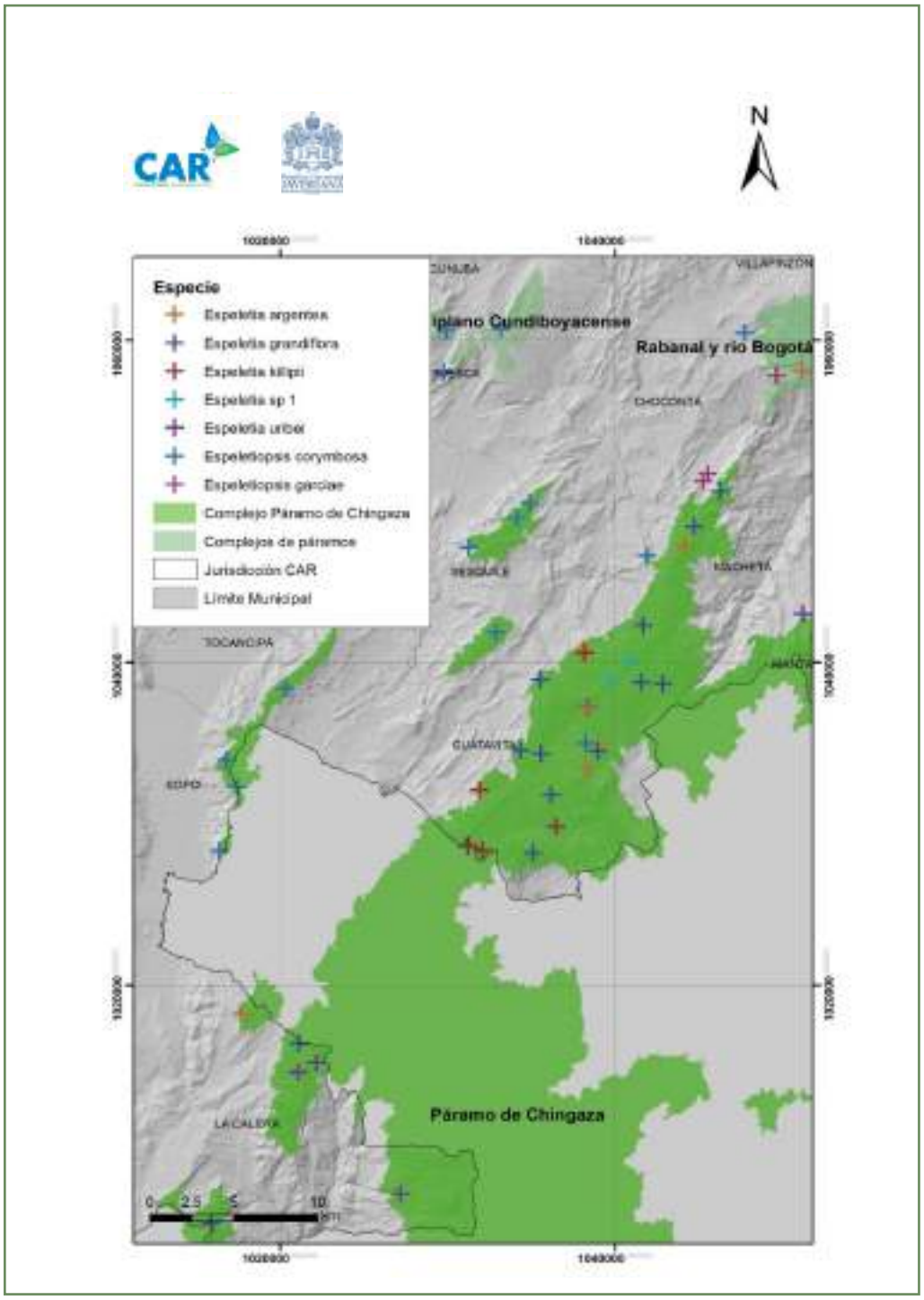


Figura 29. Mapa de presencia de las especies de frailejones en el complejo de páramo Chingaza.

COMPLEJO DE PÁRAMO GUERRERO

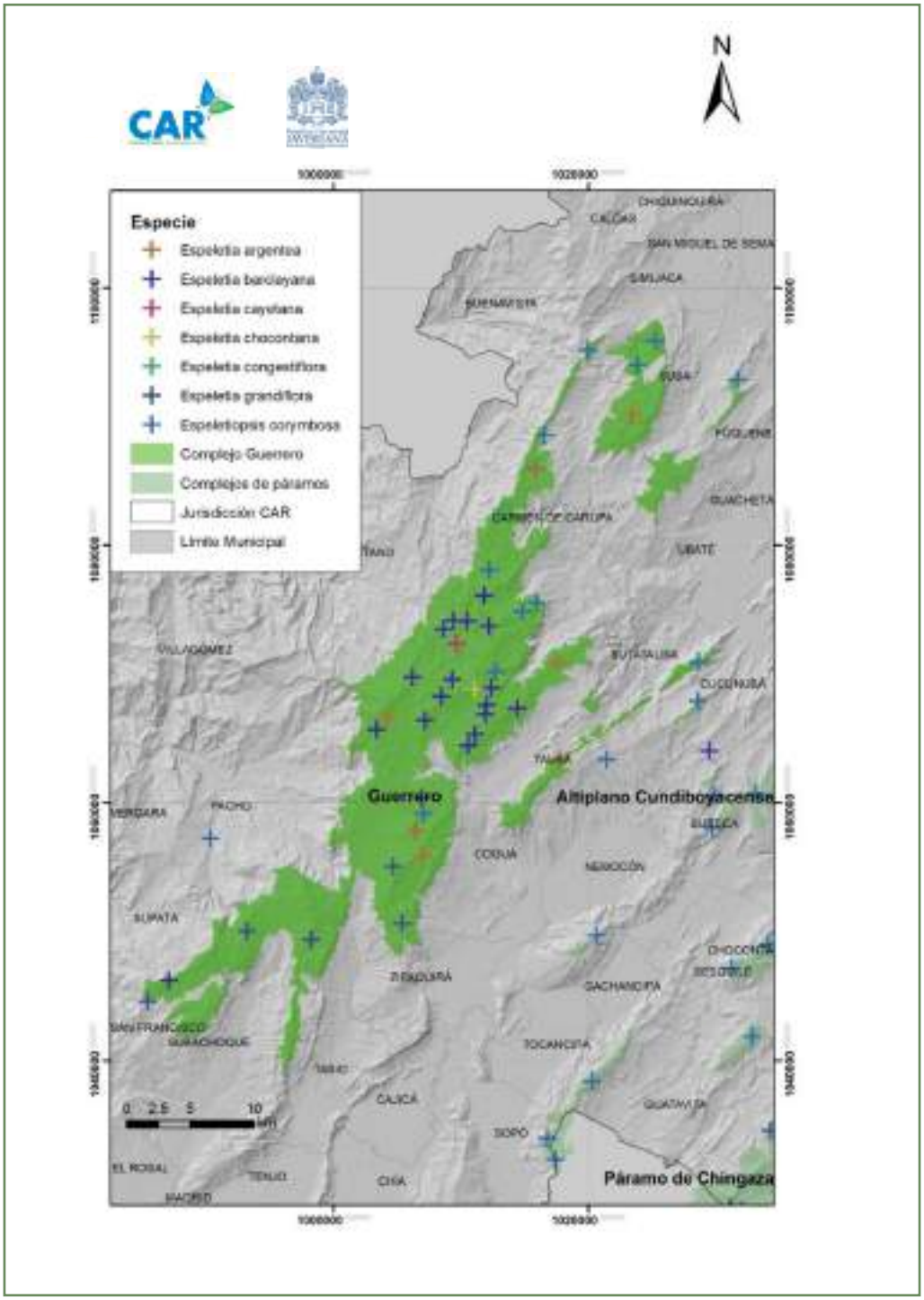


Figura 30. Mapa de presencia de las especies de frailejones en el complejo de páramo Guerrero.

COMPLEJO DE PÁRAMO IGUAQUE-MERCHÁN

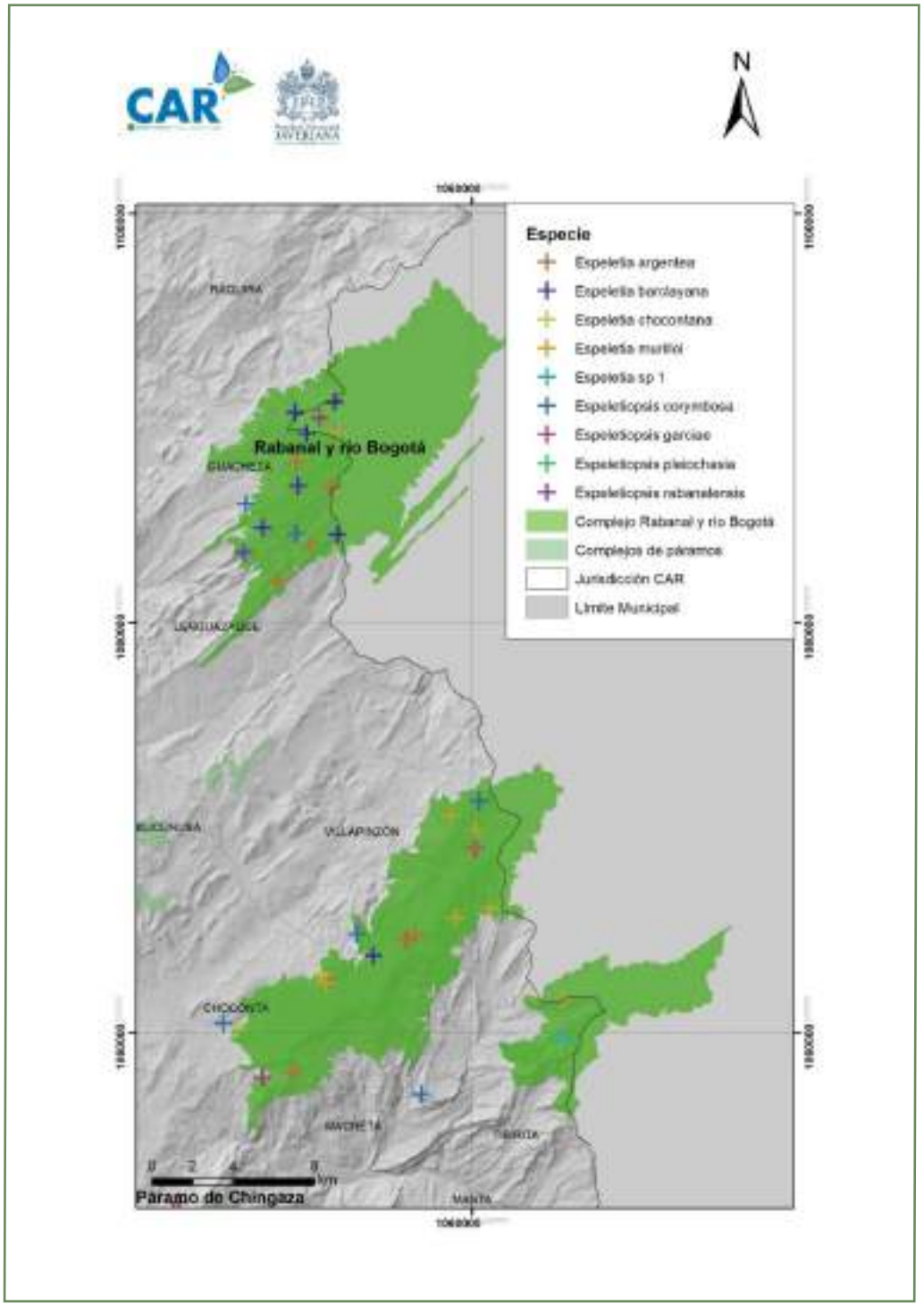


Figura 31. Mapa de presencia de las especies de frailejones en el complejo de páramo Igua que-Merchán.

COMPLEJO DE PÁRAMO RABANAL-RÍO BOGOTÁ

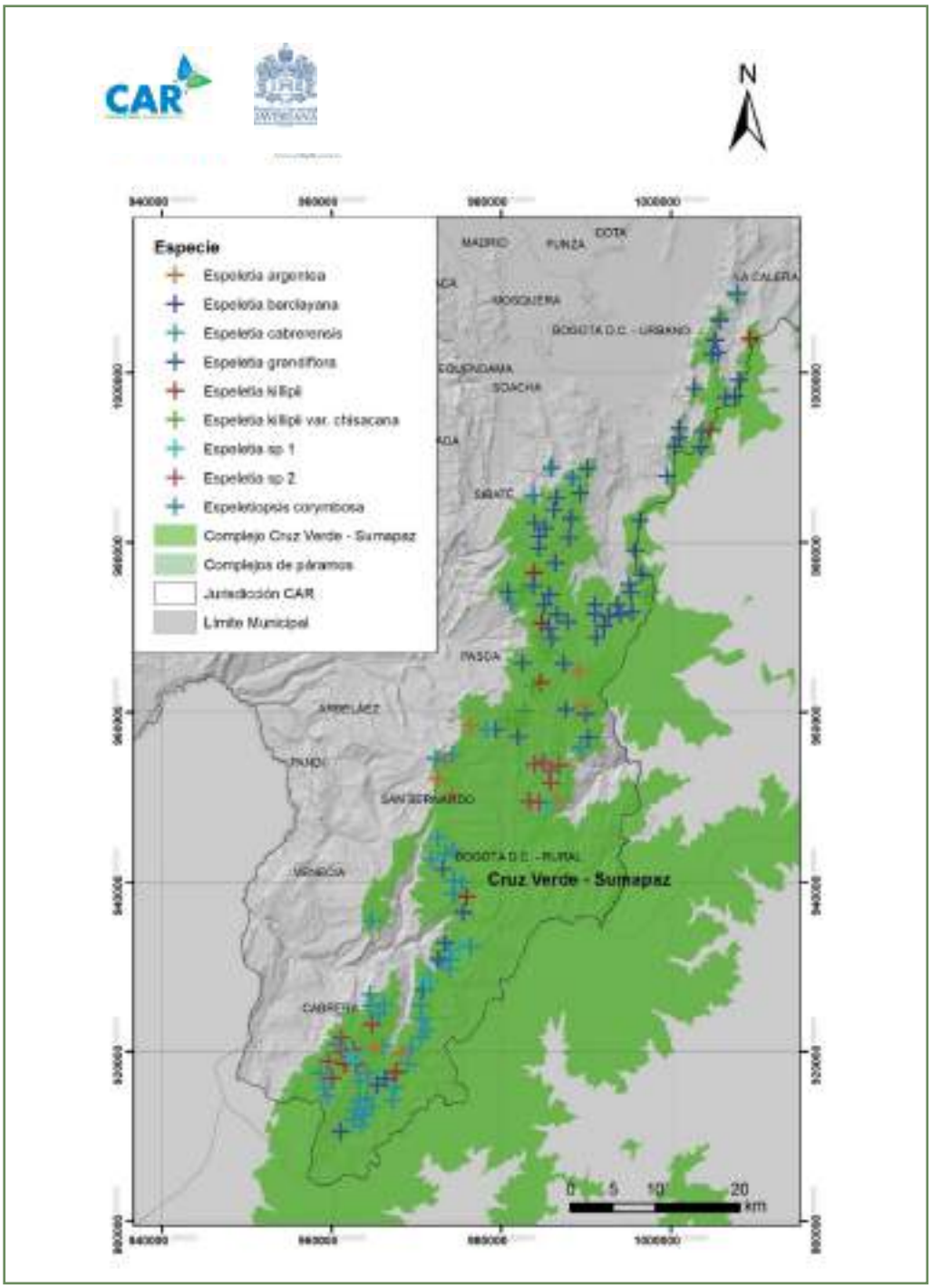


Figura 32. Mapa de presencia de las especies de frailejones en el complejo páramo Rabanal-Río Bogotá.

COMPLEJO DE PÁRAMO CRUZ VERDE-SUMAPAZ

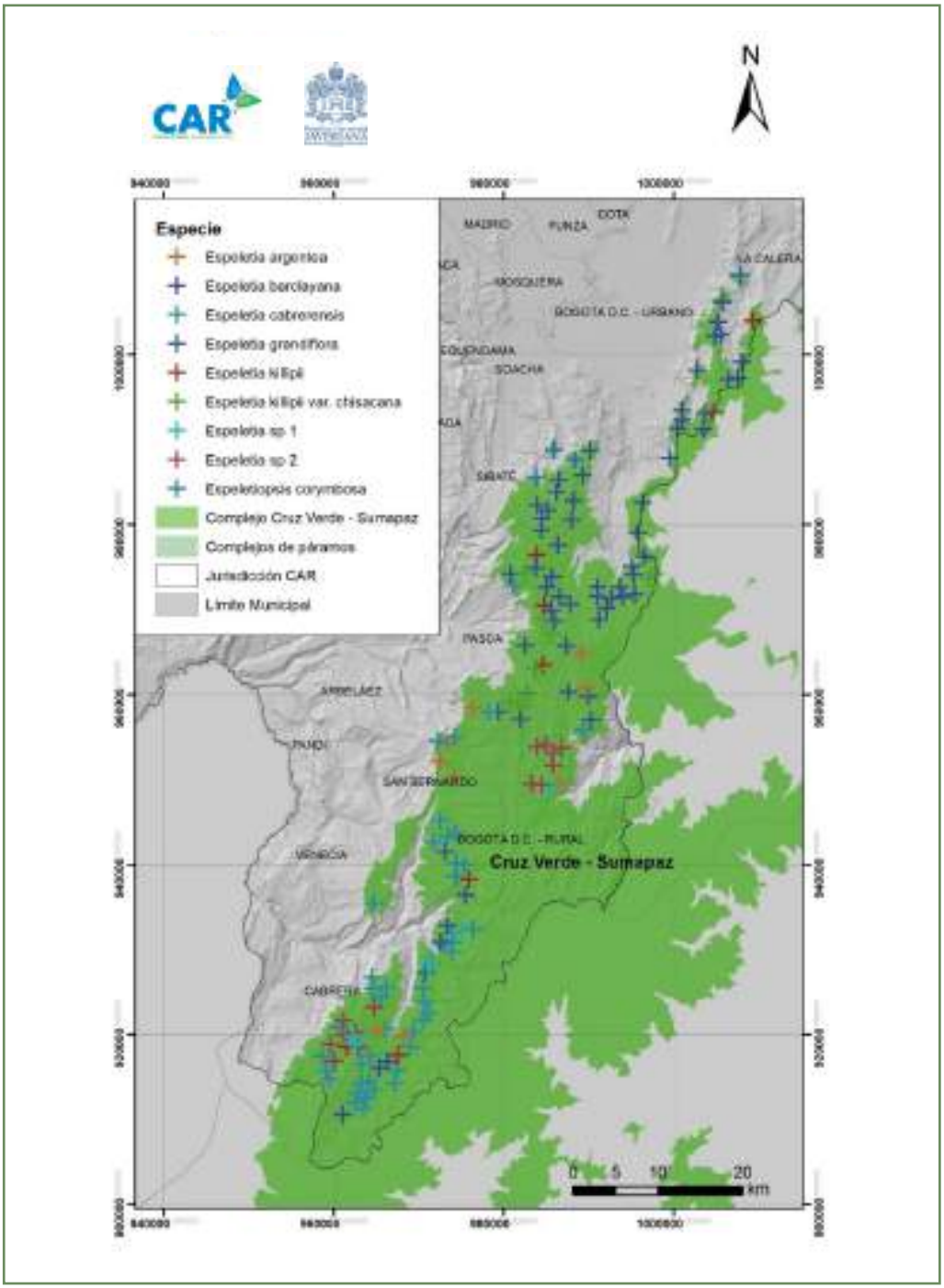


Figura 33. Mapa de presencia de las especies de frailejones en el complejo páramo Cruz Verde - Sumapaz.

4.4. FRAILEJONES AMENAZADOS EN ANÁLISIS PRELIMINARES

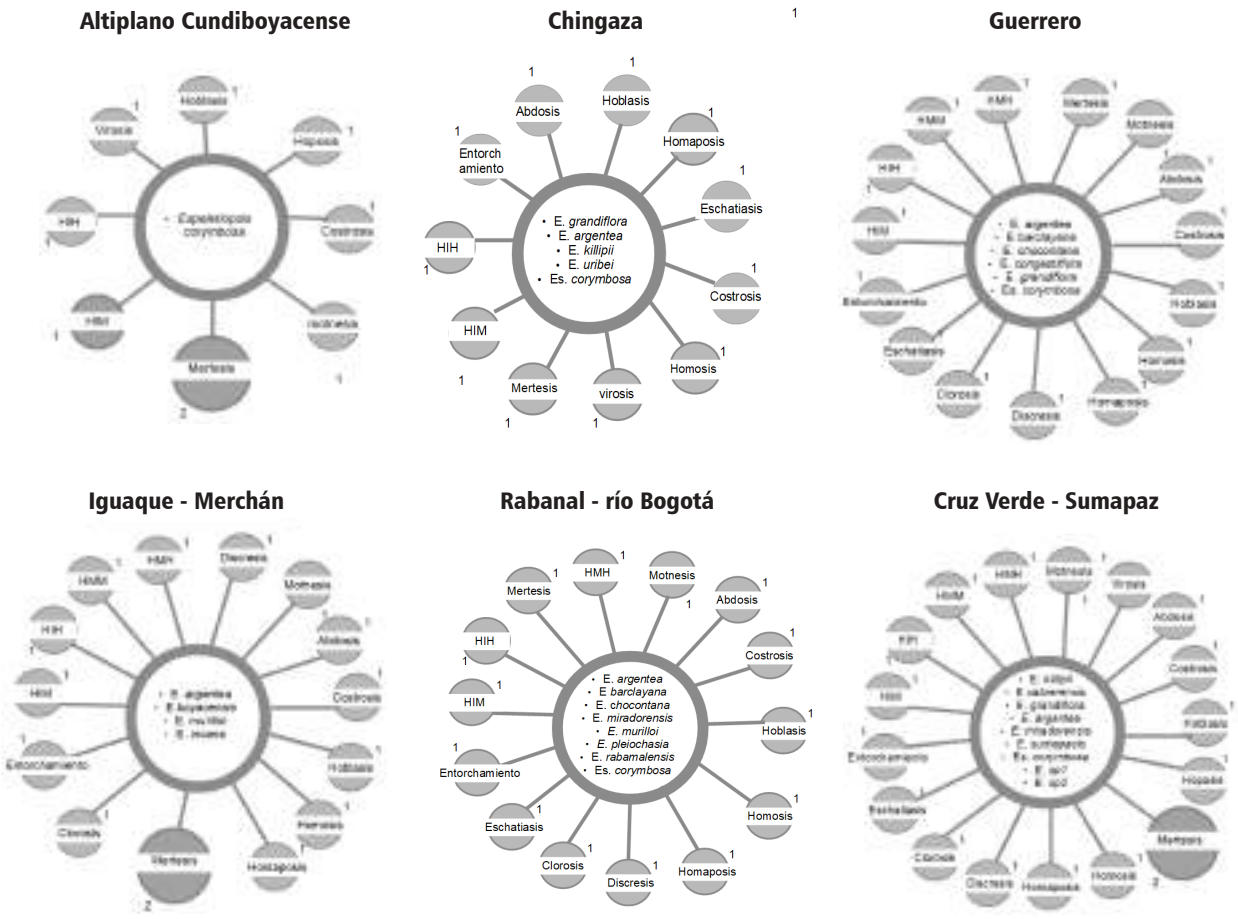
Dentro del listado de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, según la resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se encuentran: *E cayetana, E. chocontana, E. garciae, E. cabrensis, E, incaina*.

Tomando como base la lista de frailejones amenazados de García, *et al*., (2005), de las especies registradas en jurisdicción del territorio CAR, cuatro se consideran En Peligro, una Vulnerable, nueve en Preocupación Menor, una Casi Amenazada, una no ha sido evaluada pues se describió posteriormente de la evaluación de García *et al.,* (2005) y finalmente para *Espeletia* sp. 1 se definirá su categoría una vez se establezca su determinación taxonómica (Tabla 11).

Tabla 11. Especies de frailejones categorizadas como amenazadas, casi amenazadas o en preocupación menor registradas en la jurisdicción CAR (P=pastoreo; C= cultivo; CP=cultivo de papa; CC= cultivo de cebolla)

Especies	Criterio de amenaza	Amenaza
En Peligro (EN)		
Espeletia cayetana	B1(iii): Areal pequeño y disminución continua de la calidad de hábitat.	P; CP
Espeletia chocontana	A2ac: Disminución tamaño poblacional mayor al 50% en los últimos 40 años.	P; C
Espeletiopsis garciae	B1(iii): Areal pequeño y Disminución continua de la calidad de hábitat	P; C
Vulnerable (VU)		
Espeletia cabrerensis	D2: Areal muy pequeño. Conocida de solo una localidad, un área de amortiguamiento del PNN Sumapaz ubicada en el municipio de Cabrera, Cundinamarca.	P; C
Espeletia incana	B1ab(iii): Areal pequeño y fragmentado demarcado por las seis localidades conocidas.	P; C
Casi amenazada (NT)		
Espeletia summapacis	Corresponden a una especie endémica de Colombia que se considera restringida o muy restringida. En este caso al páramo de Sumapaz.	
Espeletia miradorensis	Corresponden a una especie endémica de Colombia que se considera restringida o muy restringida. En este caso al páramo de Sumapaz.	
Preocupación Menor (LC)		

Espeletia argentea	En el momento de la evaluación no calificaron para categorías CR, EN o VU. Corresponden a especies muy comunes o abundantes.
Espeletia barclayana	
Espeletia boyacensis	
Espeletia congestiflora	
Espeletia grandiflora	
Espeletia killipii	
Espeletia murilloi	
Espeletia uribei	
Espeletiopsis corymbosa	
No evaluadas	
Espeletia sp. 1	
Espeletia sp. 2	



HIH: Herbivoría en hoja jóven; HIM: Herbivoría en hoja madura

Figura 34. Afectaciones por insectos en los seis complejos en estudio.

4.5 ANÁLISIS DE ESTRUCTURA POBLACIONAL

De acuerdo a las clases de tamaño establecidas para cada una de las especies encontradas se estableció la estructura poblacional, para cada complejo de páramo. Este análisis mostró que, posiblemente debido a las características socio-ambientales diferenciales de los distintos páramos, una misma especie presenta modificaciones en la estructura poblacional. Esto reviste importancia porque contribuye a esclarecer los riesgos de continuidad de una especie en el corto, mediano y largo plazo. Las siguientes gráficas muestran dichas estructuras poblacionales, muchas de las cuales están alteradas al no presentar la típica forma de J invertida esperada. Dentro de estas se pueden observar varios patrones. Uno de estos lo muestran *E. grandiflora, E. cabrerensis* y *E. corymbosa* en las cuales las plántulas son las más abundantes de todas las clases de tamaño. Otro similar pero con las clases juveniles más abundantes se encontró en *E. incana, E. killipii, E. murilloi, E. uribei, E. chocontana y E. argentea*. El último corresponde a tamaños muy diferentes separados por clases con bajas frecuencias, como en *E. congestiflora, E. garciae, E. rabanalensis* y *E.* sp.1.

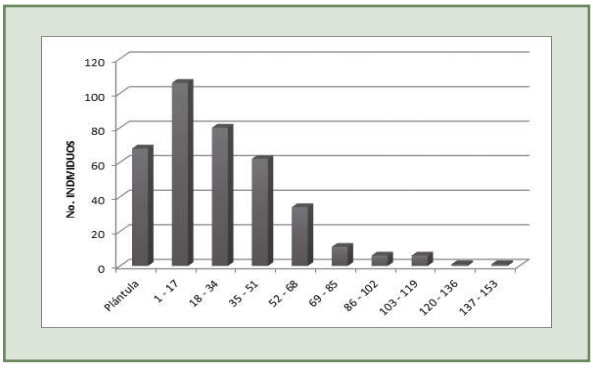


Figura 35. Estructura poblacional para *E.corymbosa* en el complejo Altiplano Cundiboyacense.

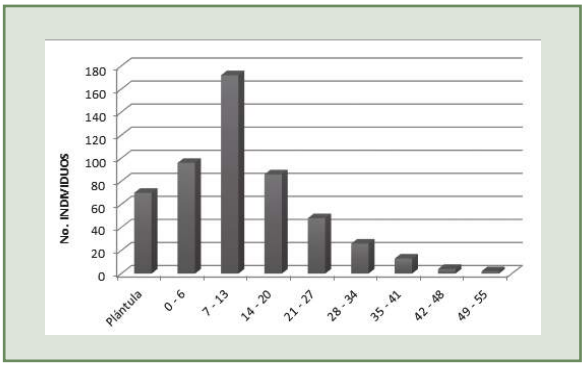


Figura 36. Estructura poblacional de *E.argentea* en el complejo Chingaza.

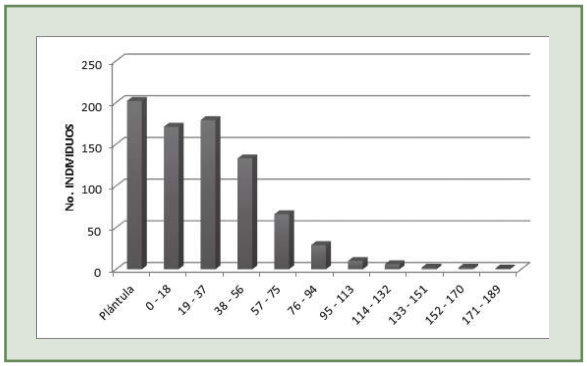


Figura 37. Estructura poblacional de *E.grandiflora* en el complejo Chingaza.

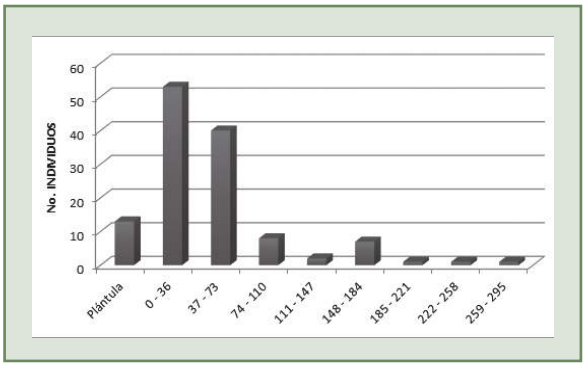


Figura 38. Estructura poblacional de *E. killipii* en el complejo Chingaza.

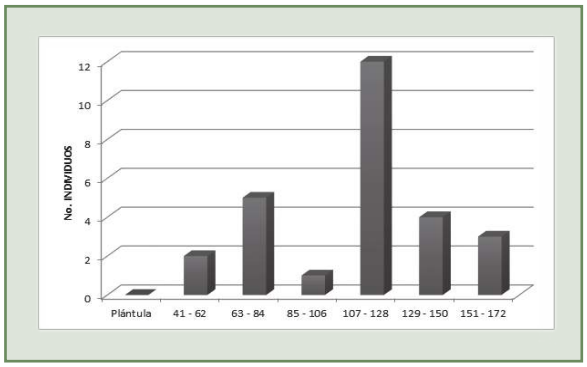


Figura 39. Estructura poblacional de *Espeletia* sp. 1 en el complejo Chingaza.

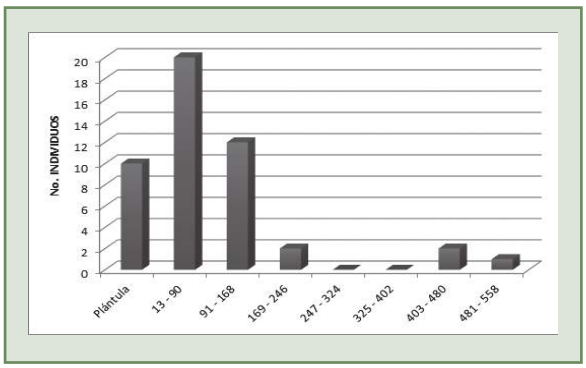


Figura 40. Estructura poblacional de *E. uribei* en el complejo Chingaza.

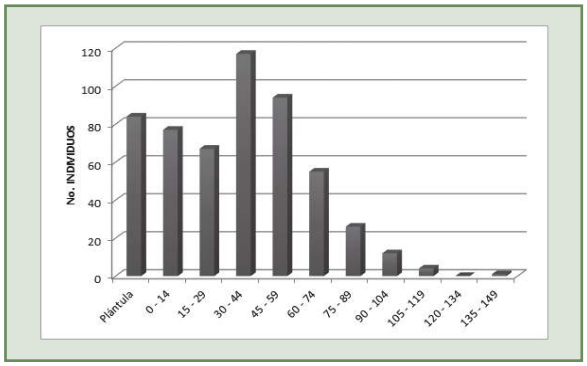


Figura 41. Estructura poblacional de *E. corymbosa* en el complejo Chingaza

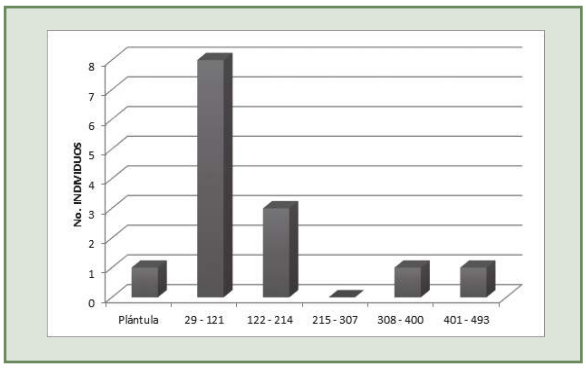


Figura 42. Estructura poblacional de *E. garciae* en el complejo Chingaza.

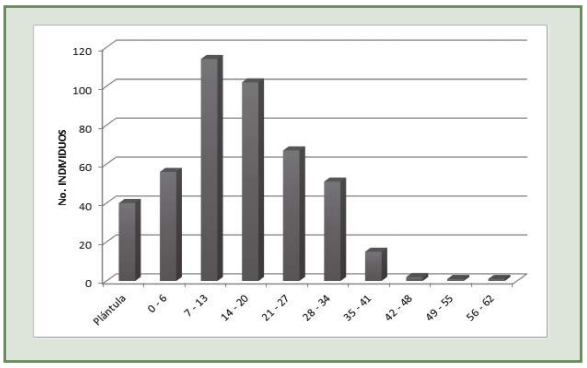


Figura 43. Estructura poblacional de *E. argentea* en el complejo Guerrero.

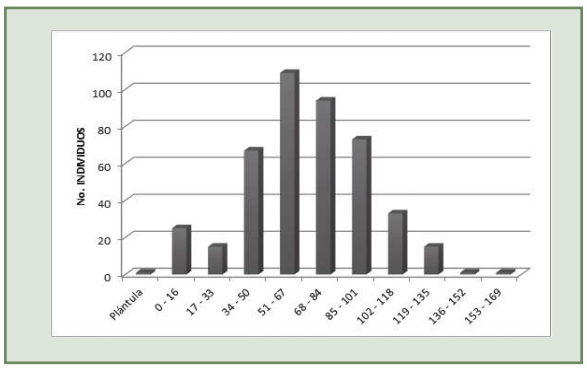


Figura 44. Estructura poblacional de *E. barclayana* en el complejo Guerrero.

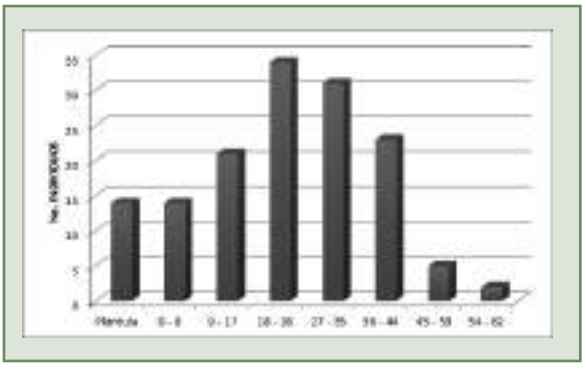


Figura 45. Estructura poblacional de *E. chocontana* en el complejo Guerrero.

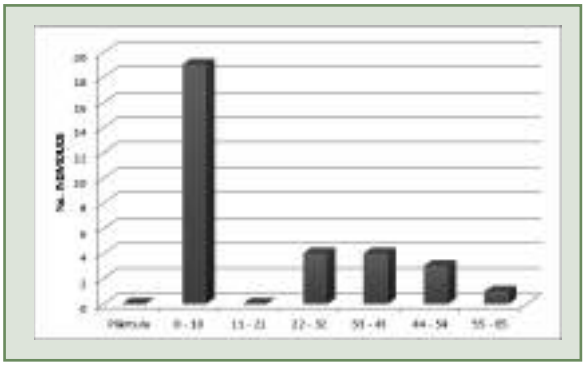


Figura 46. Estructura poblacional de *E. congestiflora* en el complejo Guerrero.

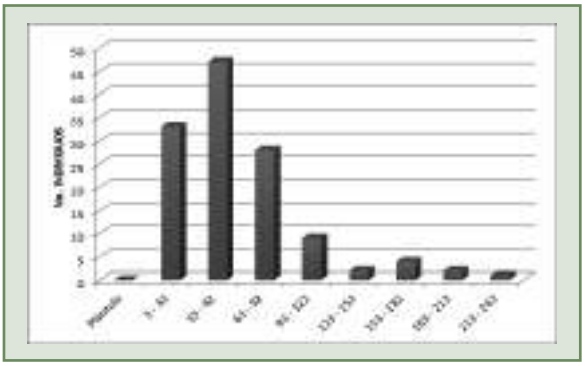


Figura 47. Estructura poblacional de *E. grandiflora* en el complejo Guerrero.

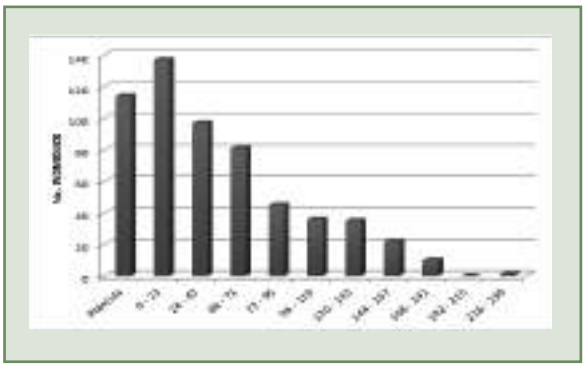


Figura 48. Estructura poblacional de *E. corymbosa* en el complejo Guerrero.

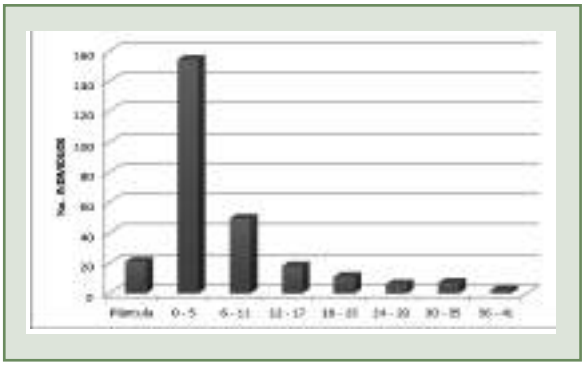


Figura 49. Estructura poblacional de *E. argentea* en el complejo Iguaque – Merchán.

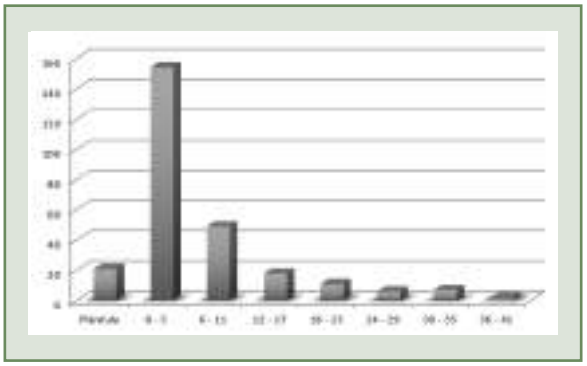


Figura 50. Estructura poblacional de *E. boyacensis* en el complejo Iguaque – Merchán.

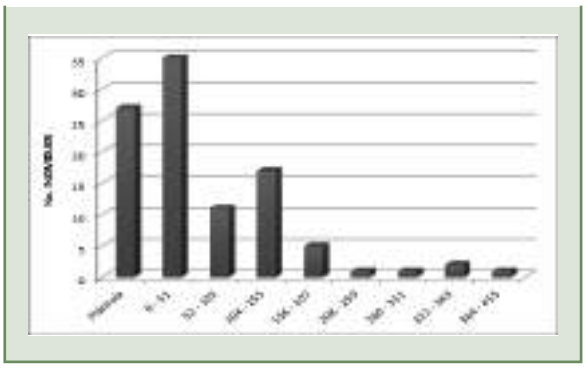


Figura 51. Estructura poblacional de *E. incana* en el complejo Iguaque – Merchán.

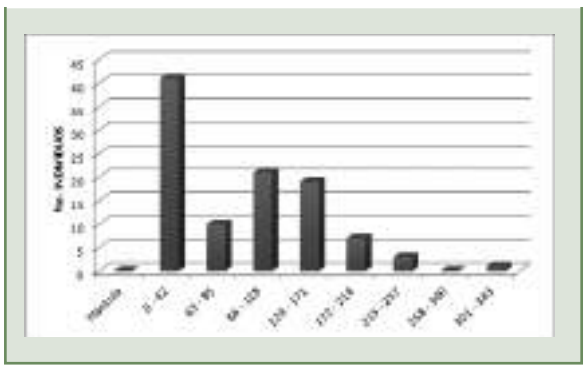


Figura 52. Estructura poblacional de *E. murilloi* en el complejo Iguaque – Merchán.

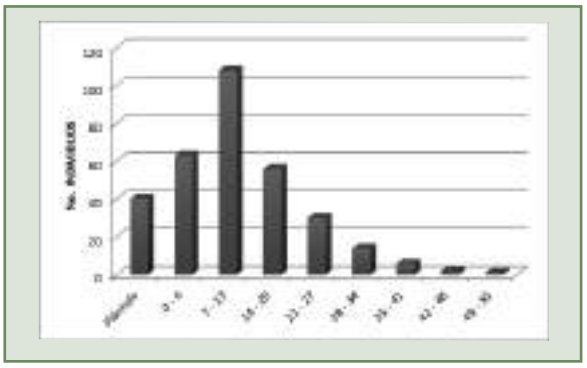


Figura 53. Estructura poblacional de *E. argentea* en el complejo Rabanal - río Bogotá.

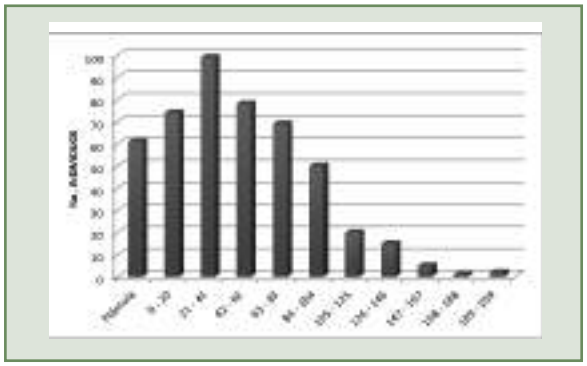


Figura 54. Estructura poblacional de *E. barclayana* en el complejo Rabanal - río Bogotá.

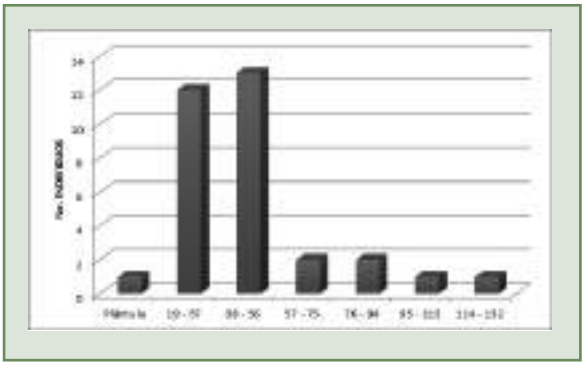


Figura 55. Estructura poblacional de *E. chocontana* en el complejo Rabanal - río Bogotá.

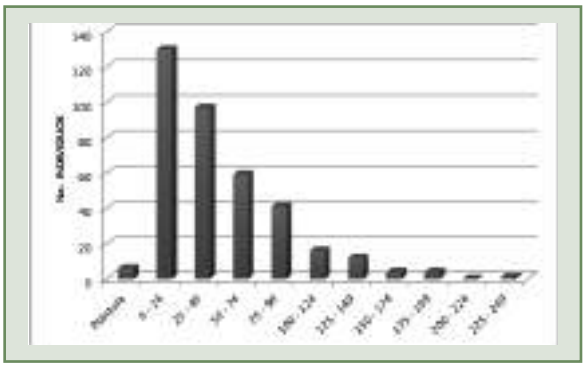


Figura 56. Estructura poblacional de *E. murilloi* en el complejo Rabanal - río Bogotá.

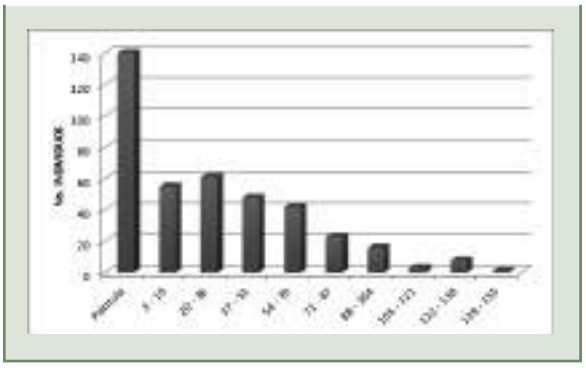


Figura 57. Estructura poblacional de *E. corymbosa* en el complejo Rabanal - río Bogotá.

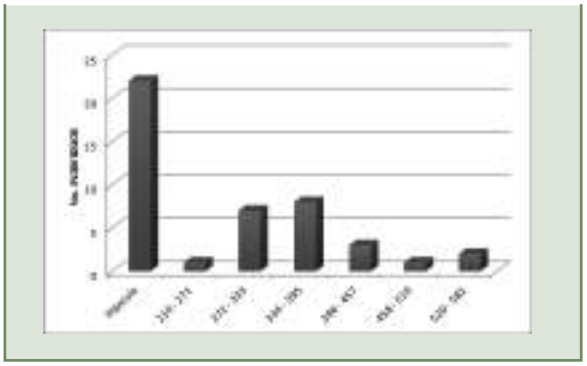


Figura 58. Estructura poblacional de *E. garciae* en el complejo Rabanal - río Bogotá.

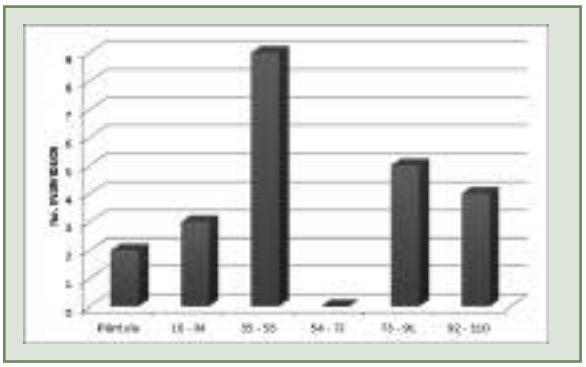


Figura 59. Estructura poblacional de *E. rabanalensis* en el complejo Rabanal - río Bogotá.

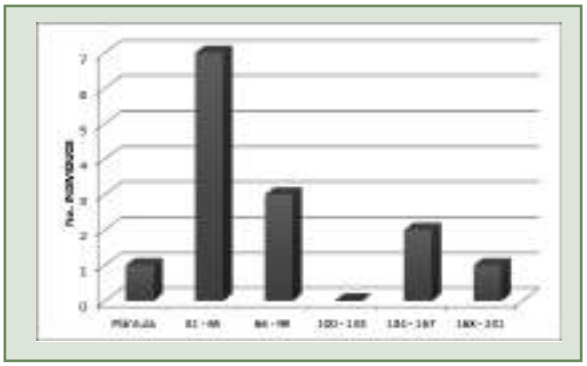


Figura 60. Estructura poblacional de *Espeletia* sp. 1 en el complejo Rabanal - río Bogotá.

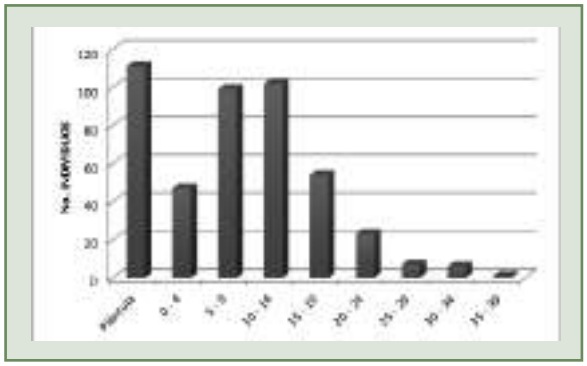


Figura 61. Estructura poblacional de *E. argentea* en el complejo Cruz verde - Sumapaz.

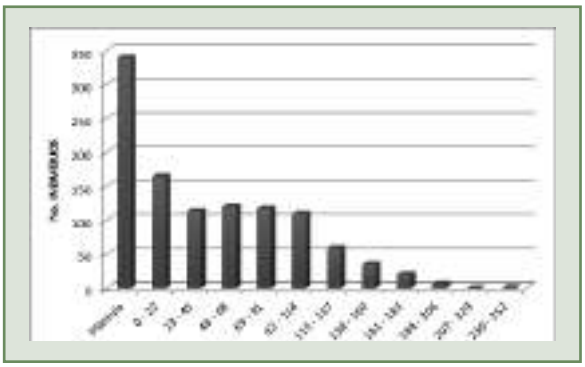


Figura 62. Estructura poblacional de *E. cabrerensis* en el complejo Cruz verde - Sumapaz.

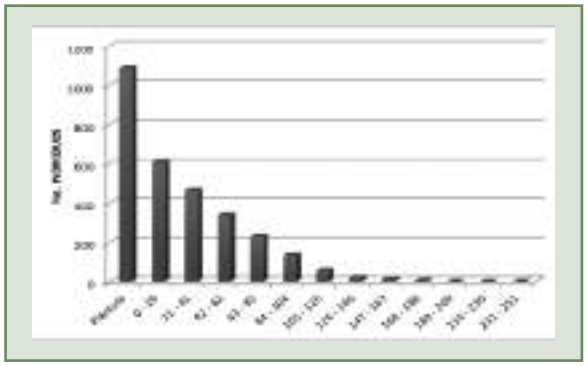


Figura 63. Estructura poblacional de *E. grandiflora* en el complejo Cruz Verde – Sumapaz.

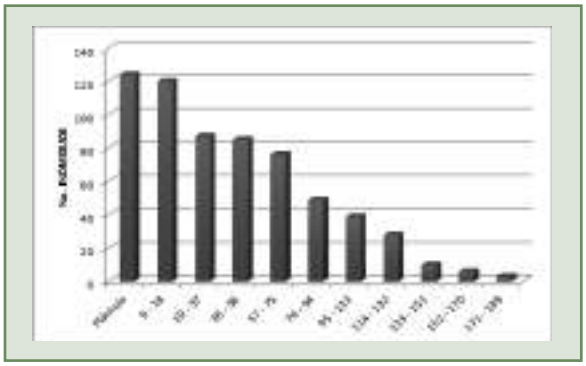


Figura 64 Estructura poblacional de *E. killipii* en el complejo Cruz Verde - Sumapaz.

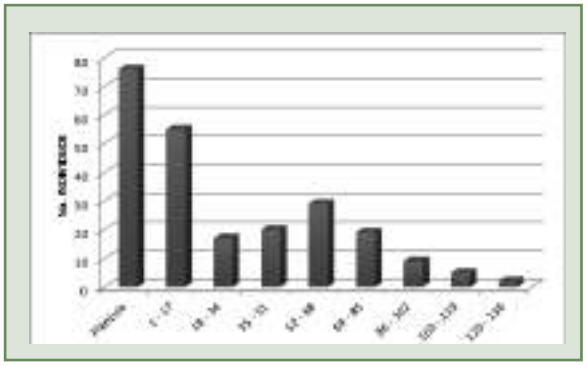


Figura 65. Estructura poblacional de *E. corymbosa* en el complejo Cruz Verde - Sumapaz.

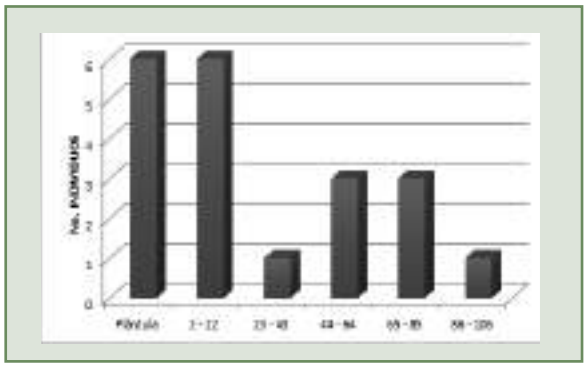


Figura 66. Estructura poblacional de *Espeletia* sp. 1 en el complejo Cruz Verde - Sumapaz.

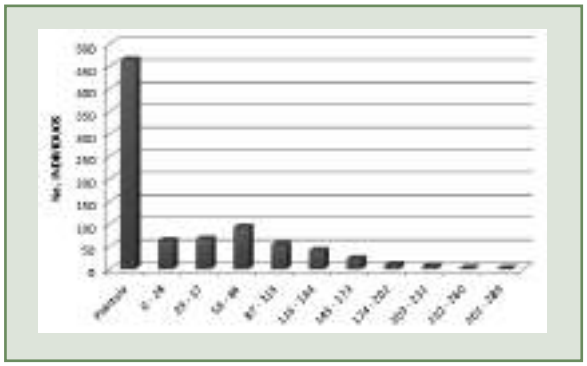


Figura 67. Estructura poblacional de *Espeletia* sp. 2 en el complejo Cruz Verde - Sumapaz.

De acuerdo con la estructura poblacional de cada especie, en cada complejo, los niveles de amenaza biológica (herbivoría, afectaciones) y cantidad de individuos se puede decir que:

De las especies estudiadas, 10 presentan mertesis (rango ente 2 y 3, o sea medio a alto), lo cual es preocupante, dado que este síntoma de afectación lleva a la muerte de los individuos. Esas 10 son *E. corymbosa, E. argentea*, *E. grandiflora, E. barclayana, E. killipii, E.* sp.*2, E.* sp.*1, E. pleiochasia, E. miradorensis y E. murilloi*.

Solo *E. sumapacis, E. miradorensis* (estas dos en Sumapaz) y *E. incana* (en Iguaque) no presentaron herbivoría ni síntoma alguno de afectación.

Especies que están en más de un páramo presentan, en general, los mismos tipos de afectación, particularmente mertesis, y, en segundo lugar, herbivoría por insectos. Los demás tipos de afectación cambian de un páramo a otro para la misma especie, por ejemplo, clorosis, homosis, entre otras.

Con base en la categorización IUCN de García *et al*. (2005) y de Díazgranados (2018, en prep.), la estructura poblacional alterada, bajos niveles poblacionales, la presencia de amenazas antrópicas en la zona (agropecuarias, minería y especies invasoras) y la presencia de varios tipos de afectación (y especialmente mertesis), se propone concentrar los esfuerzos de seguimiento y acciones de conservación y manejo en las siguientes especies, para. Para las categorizadas como LC, restricción de uso de área, preservación de los páramos donde se encuentran, para las de categoría VU y rehabilitación del hábitat debido a su degradación para las que están como EN. Las especies serían las siguientes:

E. barclayana (en el complejo de Guerrero y, de Rabanal-río Bogotá): tiene bastantes individuos, pero la estructura poblacional está alterada porque hay menos de una plántula. Su distribución está restringida a dos complejos de páramo, donde el hábitat está alterado, principalmente por cultivos, ganadería, minería y presencia de *Ulex europaeus* (retamo espinoso). Presenta bastantes síntomas de afectación. Su categoría es LC (preocupación menor).

E. boyacensis (en el complejo de Iguaque -Merchán): presenta un número medio de individuos, la estructura poblacional bastante alterada. Su distribución está limitada a un complejo de páramo. Aunque presenta solo dos síntomas de afectación, uno de ellos es la mertesis. La categoría en que se encuentra es LC (preocupación menor).

E. cabrerensis (en el complejo de Cruz-verde -Sumapaz): tiene un número de individuos relativamente alto y con la estructura poblacional esperada para una población sana. Sin embargo, presenta todos los 18 síntomas de afectación evaluados y sigue siendo clasificada como vulnerable (VU).

E. garciae (en el complejo de Chingaza y, de Rabanal-río Bogotá): tiene pocos individuos en todas las clases de tamaño, incluyendo las plántulas. Su estructura poblacional está bastante alterada. Población pequeña. Distribución actual restringida a dos complejos de páramo y presenta pocos síntomas y en bajo nivel, de afectación. Continúa estando en categoría en peligro (EN).

E. chocontana (en el complejo de Guerrero y en el de Rabanal-río Bogotá): presenta pocos individuos (máximo 34 en una clase de tamaño), con pocas plántulas. Su estructura poblacional está alterada, con 2-14 plántulas. Bajo número de individuos. La distribución actual se limita a dos páramos. Se creía extinta para esta zona. Presenta varios síntomas de afectación, con bajo grado.

E. murilloi (en el complejo de Iguaque - Merchán y, Rabanal - río Bogotá): tiene bastantes individuos, pero la estructura poblacional está algo alterada porque hay menos de una plántula. Su distribución involucra dos complejos de páramo. Se encontró con varios síntomas de afectación, incluyendo mertesis; está categorizada como LC (en preocupación menor).

E. sp.1 (en el complejo de Chingaza, en el de Rabanal - río Bogotá y en el de Cruz Verde -Sumapaz): en Chingaza y Cruz Verde presenta un número mínimo de plántulas (0-1) y estructura poblacional alterada, pero en el

otro complejo, la estructura poblacional es adecuada. Presenta mertesis en grado alto y algunos otros síntomas; poco individuos.

Otras especies sobre las que se sugiere hacer un seguimiento, debido al alto número de síntomas de afectación y la alta proporción de estos en las poblaciones, sobre todo de mertesis, que causa la muerte de los individuos, serían:

E. argentea (en todos los complejos): tiene bastante individuos, pero la estructura poblacional está algo alterada porque hay pocas plántulas (20). Presenta afectación con varios tipos de síntomas (6 diferentes, incluyendo mertesis). Está en categoría preocupación baja (LC).

E. grandiflora (en el complejo de Chingaza, en el de Guerrero y, Cruz Verde - Sumapaz): tiene bastante individuos, su estructura poblacional es adecuada, excepto en Guerrero, donde no se encontraron plántulas. Presentó el 94% de los síntomas de afectación. Está en categoría preocupación baja (LC).

E. killipii (en el complejo de Chingaza y en el de Cruz Verde-Sumapaz): en el primer complejo presenta pocas plántulas y estructura poblacional alterada, en el segundo la estructura es en forma de J invertida. Al igual que *E. grandiflora* presentó el 94% de los síntomas de la afectación identificados. Se categoriza como LC (preocupación baja).

Debe tenerse en cuenta que dentro de las zonas de páramo estudiadas se presentan características particulares, donde las afectaciones pueden presentarse en mayor proporción o con mayor severidad.

4.6 AFECTACIONES POR MICROORGANISMOS

Se han realizado estudios que dan cuenta de las afectaciones de frailejones por herbivoría causada tanto por insectos (lepidópteros y coleópteros, entre otros), pero es considerable también la afectación por microorganismos como virus, y en particular por hongos fitopatógenos. El Laboratorio de Ecología de Suelos y Hongos Tropicales (LESYHT), de la Pontificia Universidad Javeriana, en este sentido, ha realizado una clasificación que da cuenta de varios síntomas y signos de la afectación que ha encontrado en las diferentes investigaciones en torno a este tema (Tabla 12). La siguiente tabla basada en los registros del citado laboratorio permite visualizar los distintos síntomas de la afectación, que permitieron hacer la aproximación a un aspecto que constituye una amenaza para las especies de frailejones, que se presenta en este documento.

Tabla 12. Afectaciones de frailejones según clasificación del Laboratorio de Ecología de Suelos y Hongos Tropicales -LESYHT- de la Pontificia Universidad Javeriana. Fuente: LESYHT, 2018.

Herbivoría por insectos en hojas nuevas (HIM) Larvas de insectos comen las hojas nuevas. Dejan rastro visible por las heces. Uno de los insectos más representativos de esta afectación es la polilla en estado larvario.	Herbivoría por insectos en hojas maduras (HIH) Muchos insectos realizan en hojas maduras tanto tunelado entre las láminas como mordisqueo en los laterales de las hojas.	Herbivoría por mamíferos en hojas nuevas (HMM) o en hojas maduras (HMH) Por lo general se evidencia rastro de roedores
Mertesis Las hojas nuevas se debilitan y se ponen blandas, siendo atacadas por hongos fitopatótenos. Este efecto se asocia, en ocasiones, a la acción de coleópteros que hacen tunelado en la médula del tronco	Motnesis Tanto en el haz como en el envés de la hoja y en especial en este último aparece un moteado negro que, por asociaciones fúngicas. La hoja tiende a secarse alrededor de la nervadura perdiendo funciones básicas	Abdosis Aparecen en el área foliar embombamientos o burbujas generalmente amarillentas que dañan las zonas afectadas de la hoja
Costrosis Se caracteriza por pérdida de impubescencia en varias áreas de la hoja hasta secarlas	Hoposis Aparece en forma de puntos negros o depósitos micelares en la hoja o base de ella	Hoblasis Las puntas de las hojas se hacen gradualmente más delgadas apareciendo hongos parecidos a puntillitas

Homosis Caracterizado por manchas oscuras continuas en la hoja que se pueden notar a trasluz	Homaposis Se distingue por manchados pardos o rojizos oscuros en forma de manchas discontinuas o de moteado	Virosis Tipo de afectación por virus que induce manchas con formas visibles.
Folisis Rompimiento de la hoja por daños en estructuras de la misma o debilitamiento, especialmente en épocas de sequía	Discresis Afectación por falta de crecimiento normal tanto en tamaño del tallo como de hojas u otras partes del frailejón.	Clorosis Sectores de la hoja aparecen con decoloración (despigmentación) normal
Entorchamiento / ondulamiento lateral Generalmente se nombran estas dos condiciones como entorchamiento, sin embargo, éste hace parecer la hoja como un sacacorchos mientras el ondulamiento es visible generalmente en los laterales de las hojas. Se desconocen su causas pero puede obedecer a ataques tempranos.		Eschatiasis Se distingue por daños en los laterales y puntas de las hojas donde se produce secado o necrosis de las mismas.

Algunos de los síntomas antes presentados han mostrado una asociación con un complejo de hongos que al parecer son los que causan estas lesiones en las hojas. Muchos de ellos han sido registrados previamente en la literatura como causantes de enfermedades en plantas de interés comercial, como *Alternaria, Curvularia, Nigrospora, Cladosporium, Colletotrichum, Botrytis* y *Fusarium*, entre otros. Varios de estos géneros tienen características de saprótrofos, y también se han reportado como endófitos en *E. grandiflora, E. argentea*. Esto ha permitido proponer que en realidad muchos de los hongos asociados a estas lesiones se encuentran dentro de los tejidos de la planta, en las hojas. Ante condiciones que generan estrés a la planta, como la herbivoría por insectos, aumentos de temperatura y cambios en la disponibilidad de elementos en el suelo, las plantas se hacen susceptibles a ser atacadas por estos hongos, que cambian su condición mutualista a la de fitopatógenos. Algunas de estas lesiones han podido reproducirse en condiciones de laboratorio (Prieto 2017, Gaitán 2018).

También se halló herbivoría causada aparentemente por Archeococcidos, en el complejo del páramo de Guerrero y costrosis de tono rojizo en el de Iguaque-Merchán, entre otros.

La siguiente matriz (Tabla 13) muestra los promedios de afectación en niveles de 1 a 3 para microorganismos y 1 a 4 para herbivoría, según el grado de afectación que se observó durante los muestreos.

Tabla 13. Matriz de afectaciones por causas biológicas. Fuente. CAR-PUJ convenio 1836/17.

MATRIZ DE ESPECIES REGISTRADAS CON AFECTACIONES EN COMPLEJOS

	COMPLEJO																																							
	Altiplano		Chingaza						Guerrero							Igüaque - Merchán					Rabanal - Río Bogotá							Sumapaz - Cruz Verde										
	ESPECIES																																							
AFECTACIÓN	*Es. corymbosa*	Promedio Altiplano	*E. grandiflora*	*E. argentea*	*E. killipii*	*E. Uribei*	*Es. corymbosa*	Promedio Chingaza	*E. argentea*	*E. bardoyana*	*E. dhocontana*	*E. congestiflora*	*E. grandiflora*	*Es. corymbosa*	Promedio Guerrero	*E. argentea*	*E. boyacensis*	*E. incana*	*E. muilloi*	Promedio Iguaque-M	*E. argentea*	*E. bardoyana*	*E. dhocontana*	*E. miradorensis*	*E. muilloi*	*Es. corymbosa*	*E. pleiochasia*	*E. radiandensis*	Promedio Rabanal	*E. argentea*	*E. cabrerensis*	*E. grandiflora*	*E. killipii*	*E. miradorensis*	*E. SP1*	*E. SP2*	*E. summapaziis*	*Es. corymbosa*	Promedio Sumapaz	PROMEDIO AFECTACIÓN
H insectos Merist	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	0	2	1	1,27
H insectos Hoja M	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,03
H Mamíveros Mer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	1	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0,41
H Mamíferos HoM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	3	0	1	1	2	0	0	1	2	1	0	0	2	0	0	0	1	1	2	2	2	0	0	0	0	1	1	0,57
Mertesis	3	3	2	2	0	0	2	1	3	2	0	0	0	2	1	2	2	0	2	2	2	2	1	0	2	1	2	0	1	2	1	2	2	1	3	2	0	2	2	1,63
Motnesis	1	1	1	0	0	0	1	0	1	2	0	1	2	1	1	0	0	1	2	1	1	2	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0,83
Abdosis	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0,64
Costrosis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0,91
Hoposis	1	1	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0,46
Hoblasis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0,76
Homosis	0	0	2	1	1	0	2	1	1	1	1	0	1	2	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	2	2	0	0	1	0,7
Homaposis	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	2	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0,54
Virosis	1	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0,45
Folisis	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,07
Discresis	0	0	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0	1	1	2	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	2	1	1	0	0	0	0	1	1	0,52
Clorosis	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	2	0	0	0	3	2	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0,58
Entorchamiento	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0,79
Otra (Eschatiasis)	0	0	1	1	1	0	2	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0,51
PROMEDIO GRAL	1		1	1	1	1	1		1	1	1	0	1	1		1	1	0	1		1	1	0	0	1	1	1	0		1	1	1	1	0	1	1	0	1		1

4.7 AMENAZAS ANTRÓPICAS Y PRESIONES

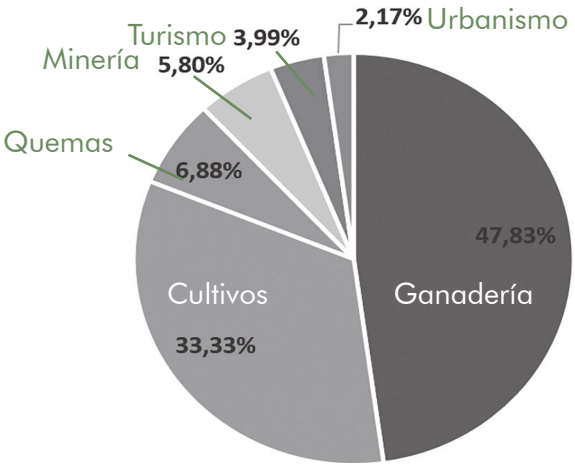
Dentro de los aspectos contemplados en amenazas y presiones (Tabla 14), causados por las actividades humanas en zonas de páramo, se incorporaron a la investigación los referentes a ganadería, cultivos (expansión de la frontera agrícola), quemas, turismo, minería y expansión urbana que causan, tanto la degradación de suelos (por erosión, compactación o contaminación) como el deterioro en las condiciones del hábitat. Son objeto de posteriores estudios las amenazas relacionadas con causas naturales como fragmentación de corredores ecológicos, variabilidad climática, cambio climático (en investigaciones que requieren mayor cantidad de tiempo de estudio).

La presión se caracteriza esencialmente porque es latente pero a veces imperceptible al foco de estudio. En este caso se consideraron las presiones al hábitat y no a las especies ya que por lo general tanto la ganadería, la expansión de la frontera agrícola, el turismo y otros aspectos de origen antrópico no afectan de manera directa a las especies de frailejones pero afectan el entorno donde se desarrolla y acarrean un considerable efecto negativo para ellas.

Tabla 14. Generalidades de los conceptos amenaza, peligro, presión.

	Latencia			Alcance			Efecto (concretización)		
Concepto	Baja	Media	Alta	Bajo	Medio	Alto	directo	indirecto	complejo
Amenaza		X		X	X		X	X	
Peligro	X			X			X		
Presión			X		X	X		X	X

Dentro de las presiones a los hábitats se encontraron para los complejos, en general que la amenaza más fuerte es por actividades agropecuarias.



Las amenazas que incrementan el riesgo para cada especie, por complejo se presentan en la tabla 15.

Tabla 15. Reportes de amenazas o presiones por complejo y especie.

	Ganadería	Cultivos	Quemas	Minería	Turismo	Expansión urbana
Altiplano Cundiboyacense						
E. corymbosa	5	5				
Chingaza						
E. argentea	3	1				
E. killipii	1					
E. grandiflora	1	2		1	1	1
E. uribei	2	1			1	
E. corymbosa	4	1		1	1	2
E. garciae	2					
Guerrero						
E. corymbosa	9	8	1	4	1	
E. argentea	5	5	1	5	1	
E. barclayana	8	8	2	4	3	
E. congestiflora	1	2			1	
E. chocontana	2	3				
E. grandiflora	2	2				
Iguaque-Merchán						
E. argentea	4	3				
E. incana	2	1				
E. murilloi	2	2				
E. boyacensis	4					
Rabanal - río Bogotá						
E. argentea	4	1				
E. murilloi	3	1		1	1	
E. chocontana	2					
E. barclayana		1				
E. corymbosa	3	2				
E. hibrida	1	1				
Cruz verde - Sumapaz						
E. killipi var.chisacana	11	11	4			
E. grandiflora	19	16	10		1	3
E. cabrerensis	15	8	1			
E. killipii	3	2				
E. sp1	1					
E. sp2	6	3				
E. argentea	7	2				
Total número de reportes en parcelas	132	92	19	16	11	6

Según estos datos las mayores presiones son las generadas por la ganadería, (que se ven intensificadas ya que los animales pueden trasladarse entre áreas, es decir, son móviles, lo que implica el transporte o arrastre de factores que pueden agredir a las especies) para la que se deben adaptar áreas de pastoreo y que muchas veces implica que los animales permanezcan sueltos causando daños a la vegetación. Luego le siguen las presiones ejercidas por los cultivos, aunque en la actualidad los pobladores de zonas de páramo conocen las limitaciones para ejercer las actividades agrícolas y en general tratan de ser cuidadosos en el cumplimiento de las normas de delimitación de páramos. Dentro de los datos obtenidos en los muestreos de la investigación, y tal como se consigna en la tabla anterior de resumen, las especies que sufren presiones más intensas por ganadería y cultivos son *E. argentea, E.corymbosa y E. grandiflora*. No obstante, dado que estas especies tienen un nivel de vulnerabilidad bajo o medio bajo, de acuerdo con el análisis de las variables consideradas en los métodos, cabe tener en cuenta que otras especies con individuos de mayor tamaño como *E. cabrerensis, E. barclayana y E. killipii* tienen un nivel de vulnerabilidad más alto, dado que se restringen a ciertas zonas de páramo, esas presiones podrían ser más agudas para ellas.

Como amenaza que puede dirigirse directamente a las especies se encuentran las quemas. Esto dado que, por su composición química, contiene una resina con compuestos terpenoides y por la necromasa que permanece adherida la tallo, pueden convertirse en antorchas con la consecuente muerte, en muchos casos, de los individuos. La minería, el turismo no dirigido y la expansión urbana, constituyen presiones para los hábitats en un menor grado pero no sin importancia.

Además de estas presiones y amenazas se prevé el peligro de cambio de cobertura por especies invasoras, en general por retamo tanto liso como espinoso, que han venido invadiendo amplias áreas de bosque nativo y páramo, donde se encuentran algunas especies de frailejones como *E. argentea* y *E. corymbosa,* por ser éstas típicas de elevaciones bajas.

No obstante, esta invasión se extiende ampliamente en ciertas áreas del complejo de Iguaque-Merchán, en particular en el sector conocido como Telecom, donde el retamo espinoso comienza a desplazar a los frailejones hacia franjas restringidas y ha penetrado de tal manera ciertas áreas, que lo que antes eran bosques de especies vegetales endémicas y coberturas con presencia de *E. boyacensis*, hoy son bosques de retamo espinoso inaccesibles que están ahogando a esta última.

Amenazas que se ciernen sobre las especies, en lo referente al clima, lo constituyen la variabilidad climática a corto plazo y el cambio climático a largo plazo. La robustez de las especies y las cualidades genéticas de las mismas podrían atenuar los efectos potenciales de esos dos fenómenos; sin embargo, se necesitan más estudios acerca de las especies para verificar dichas características. La folisis, si se confirma su relación con los períodos largos de sequía, sería evidencia de la vulnerabilidad a nivel de estructuras moleculares de algunas especies. No obstante, *E. incana* ha mostrado una resistencia permanente ante períodos secos y se evidencian ramificaciones en algunos individuos como respuesta a períodos fuertes de sequía anteriores. Figura 1.

4.8 DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LAS ESPECIES DE FRAILEJÓN

Distribución potencial según los datos obtenidos. Se muestrearon 396 puntos, de los cuales 64 constituyeron ausencias. En estos puntos se realizaron 399 parcelas de las cuales se obtuvieron 19 especies verificadas. El muestreo realizado es acorde en el número de puntos propuestos a realizarse; se cumplieron en promedio con el 100% de los puntos propuestos (11).

Tabla 16. Puntos de muestreo de los complejos de páramo en el territorio CAR.

Complejo	Puntos de muestreo	Ausencias	Parcelas	Especies
Altiplano Cundiboyacense	17 (4%)	8 (13%)	9 (2%)	1 (6%)
Chingaza	51 (13%)	9 (14%)	55 (14%)	7 (39%)
Cruz Verde – Sumapaz	185 (47%)	9 (14%)	195 (49%)	10 (56%)
Guerrero	65 (16%)	18 (28%)	60 (15%)	7 (39%)
Iguaque – Merchán	30 (8%)	13 (20%)	22 (6%)	5 (22%)
Rabanal - río Bogotá	48 (12%)	7 (11%)	58 (15%)	9 (50%)
Total	396 (100%)	64 (100%)	399 (100%)	18 (100%)

Sin embargo, a nivel de especies, los resultados fueron más variables que los resultados esperados. Si bien, el número total de especies verificadas encontradas en el muestreo fue igual al esperado, la composición y el número de especies en cada complejo variaron. La riqueza máxima esperada era nueve especies, en los complejos de Altiplano Cundiboyacense y Cruz Verde – Sumapaz, obteniendo en el muestreo nueve y 10 especies, respectivamente. Los complejos que más variaron en su riqueza fueron Iguaque – Merchán, que pasó de una a cuatro especies, y Altiplano Cundiboyacense, que pasó de 5 especies esperadas a 1 especie. Estos resultados tienen relación con el nivel tan alto de fragmentación ejercida sobre las poblaciones del Altiplano Cundiboyacense, pero a su vez invita a realizar un muestreo más exhaustivo a nivel de complejo para las poblaciones de Iguaque - Merchán, el cual a pesar de su pequeño rango de distribución dentro de la jurisdicción obtuvo un alto número de especies.

El complejo más muestreado por su extensión fue el de Cruz Verde - Sumapaz. 47% de los puntos fueron muestreados en este complejo, y se obtuvieron el 49% de las parcelas. Se reportaron 11 especies, siendo el Complejo de mayor riqueza. El número de ausencias en este complejo fue mucho menor con relación al número de puntos muestreados que en los demás complejos, indicando que la distribución de las especies de frailejón es amplia en este complejo, y sus poblaciones pueden estar bien conservadas (Tabla 16).

En el complejo Altiplano Cundiboyacense casi el 50% de sus puntos de muestreo, fueron reportadas como ausencias. Lo anterior

es un indicativo más del alto nivel de amenaza al que están sometidas las poblaciones de las especies en este complejo, pero, además, de su alto nivel de transformación. A lo anterior, se añade que este complejo tiene un rango limitado de distribución, no solo dentro de la jurisdicción de la CAR, sino también en el país.

Como se esperaba, las especies comunes fueron las especies más muestreadas (Tabla 17). Las especies con mayor número de parcelas fueron *E. grandiflora*, *Espeletia argentea*, y *E. corymbosa*. *E. cabrerensis* aparece también como una especie común, siendo después de *Espeletia grandiflora* la más muestreada en el complejo de Cruz Verde – Sumapaz, donde se encuentran la mayoría de sus parcelas (Tabla16).

Las especies más comunes y típicas de ambientes disturbados, como *E. argéntea* y *E. corymbosa*, son las especies más ampliamente distribuidas y con mayor número de registros, seguidas por *E. grandiflora*. Se encuentran algunas especies restringidas a un único complejo como es el caso de *Espeletia boyacensis*, e *incana*, (Iguaque - Merchán), *Espeletia cabrerensis* y *killipii var. chisacana* (Sumapaz), *Espeletia congestiflora* y *cayetana* (Guerrero), *Espeletia uribei* (Chingaza), y *Espeletiopsis pleiochasia* y *Espeletiopsis rabanalensis* (Rabanal - río Bogotá).

Tabla 17. Número de especies y parcelas por especie para cada complejo.

Complejo/Especie	Número de Especies/Número de parcelas por especie
Altiplano Cundiboyacense	1
Espeletiopsis corymbosa	9
Chingaza	7
Espeletia argentea	7
Espeletia grandiflora	19
Espeletia killipii	5
Espeletia sp. 1	2
Espeletia uribei	5
Espeletiopsis garciae	2
Espeletiopsis corymbosa	12
Cruz Verde – Sumapaz	10
Espeletia argentea	13
Espeletia barclayana	1
Espeletia cabrerensis	47
Espeletia grandiflora	71
Espeletia killipii	9
Espeletia killipii var. *chisacana*	12
Espeletia sp. 1	2

Espeletia sp. 2	17
Espeletia summapacis	1
Espeletiopsis corymbosa	5
Guerrero	7
Espeletia argentea	16
Espeletia barclayana	18
Espeletia cayetana	1
Espeletia chocontana	3
Espeletia congestiflora	2
Espeletia grandiflora	5
Espeletiopsis corymbosa	15
Iguaque – Merchán	4
Espeletia argentea	8
Espeletia boyacensis	6
Espeletia cayetana	
Espeletia incana	2
Espeletia murilloi	5
Rabanal - río Bogotá	9
Espeletia argentea	8
Espeletia barclayana	14
Espeletia chocontana	2
Espeletia sp. 1	1
Espeletia murilloi	14
Espeletiopsis corymbosa	8
Espeletiopsis garciae	3
Espeletiopsis pleiochasia	1
Espeletiopsis rabanalensis	1

Tabla 18. Número de parcelas muestreadas por especie en cada complejo.

Especies/complejo	Parcelas
Espeletia argentea	52
Chingaza	7
Cruz Verde - Sumapaz	13
Guerrero	16
Rabanal - río Bogotá	8
Espeletia barclayana	33
Cruz Verde - Sumapaz	1
Guerrero	18
Rabanal - río Bogotá	14
Espeletia cayetana	1
Iguaque - Merchán	1
Espeletia cabrerensis	47
Cruz Verde - Sumapaz	47
Espeletia chocontana	5
Guerrero	3
Rabanal - río Bogotá	2
Espeletia congestiflora	2
Guerrero	2
Espeletia grandiflora	95
Chingaza	19
Cruz Verde - Sumapaz	71
Guerrero	5
Espeletia incana	2
Iguaque - Merchán	2
Espeletia killipii	14
Chingaza	5
Cruz Verde - Sumapaz	9
Espeletia killipii var. chisacana	12
Cruz Verde - Sumapaz	12
Espeletia murilloi	19
Iguaque - Merchán	5
Rabanal - río Bogotá	14
Espeletia sp. 1	5
Chingaza	2
Cruz Verde - Sumapaz	2
Rabanal - río Bogotá	1
Espeletia sp. 2	17
Cruz Verde - Sumapaz	17
Espeletia uribei	5
Chingaza	5
Espeletiopsis corymbosa	49
Altiplano Cundiboyacense	9
Chingaza	12
Cruz Verde - Sumapaz	5
Guerrero	15
Rabanal - río Bogotá	8
Espeletiopsis pleiochasia	1
Rabanal - río Bogotá	1
Espeletiopsis rabanalensis	1
Rabanal - río Bogotá	1

4.9 MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

Se corrieron un total de 13 modelos de distribución para las especies con más de 5 registros de ocurrencia (Tabla 19) (Renjifo *et al.*, 2014, 2016). Para estas especies, se presenta su distribución potencial (mapa de presencia ausencia), y se calcula su área de distribución en cada complejo y municipio.

En consecuencia, para las especies *E. rabanalensis*, *E. congestiflora*, *E. incana, E. garciae,* y *E. pleiochasia*, quienes no superan los cinco registros, no se estimó un modelo de distribución. Para estas especies se presenta su distribución tomando los registros de ocurrencia con los que se cuenta.

Tabla 19. Número de registros georreferenciados usados para estimar la distribución de cada especie.

Especies	Número de parcelas	Proporción de Parcelas	Número de Presencias	Proporción de Presencias	Total Registros	Proporción Registros
Espeletia argentea	52	13%	113	30%	165	22%
Espeletia barclayana	33	8%	29	8%	62	8%
Espeletia boyacensis	6	2%	0	0%	6	1%
Espeletia cabrerensis	47	12%	23	6%	70	9%
Espeletia congestiflora	2	1%	0	0%	2	0%
Espeletia chocontana	5	1%	5	1%	10	1%
Espeletia grandiflora	95	24%	74	20%	169	23%
Espeletia incana	2	1%	0	0%	2	0%
Espeletia killipii	14	4%	21	6%	35	5%
Espeletia killipii var. chiscana	12	3%	0	0%	12	2%
Espeletia murilloi	19	5%	15	4%	34	5%
Espeletia sp. *1*	5	1%	5	1%	10	1%
Espeletia sp. 2	17	4%	0	0%	17	2%
Espeletia uribei	5	1%	5	1%	10	1%
Espeletiopsis corymbosa	49	12%	81	22%	130	18%
Espeletiopsis garcie	5	1%	0	0%	5	1%
Espeletiopsis pleiochasia	1	0%	0	0%	1	0%
Espeletiopsis rabanalensis	1	0%	0	0%	1	0%
Total	**371**	**100%**	**371**	**100%**	**742**	**100%**

A continuación, se muestran en las figuras 68 - 86, la distribución potencial de algunas de las especies encontradas en el territorio CAR, y generados mediante modelos que incluyeron variables climáticas (WorldClim), topográficas, de paisaje y de suelos. Enseguida, en las tablas 20 - 38 se muestra el área ocupada de cada especie en diferentes localidades de los complejos de páramo.

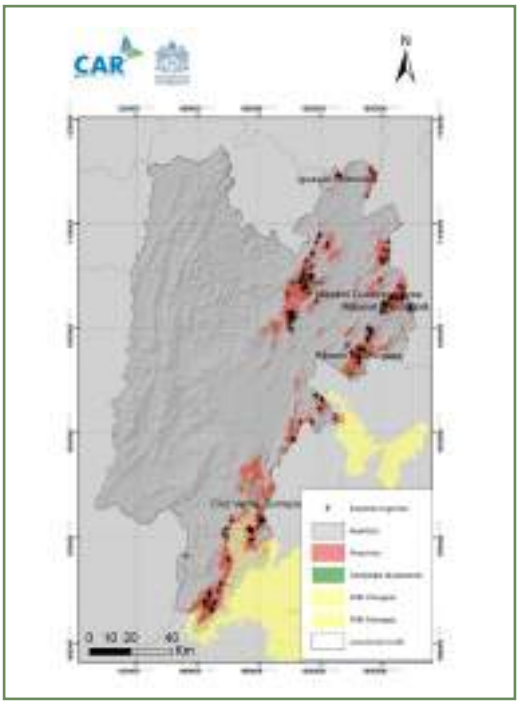


Figura 68. Distribución potencial *E. argentea*

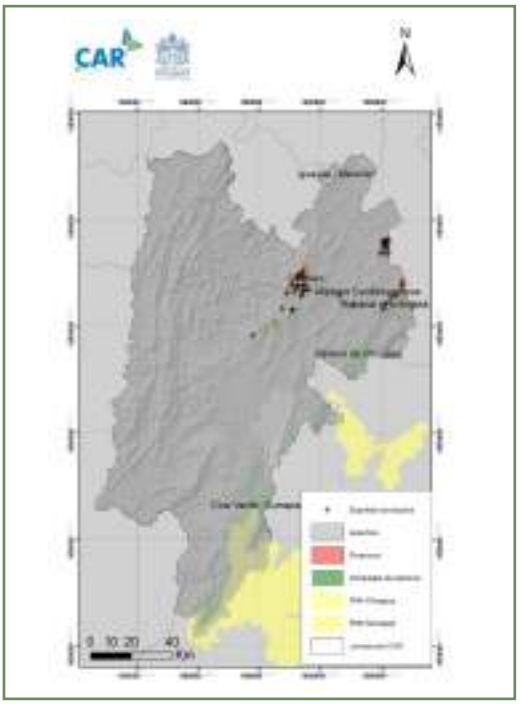


Figura 69. Distribución potencial *E. barclayana*

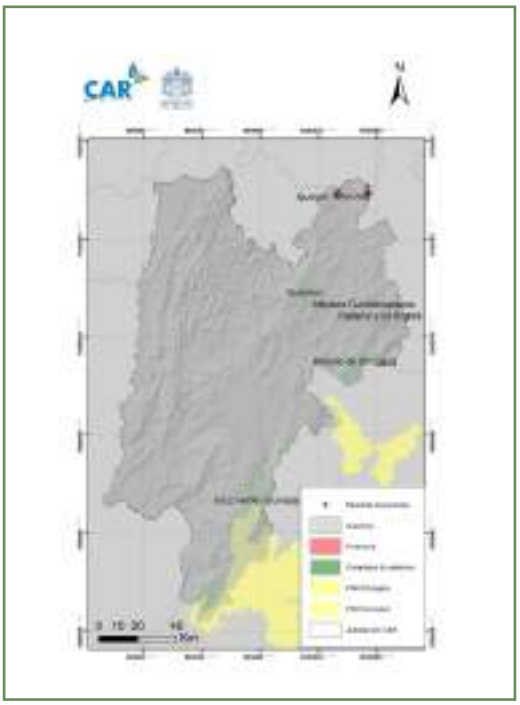


Figura 70. Distribución potencial *E. boyacensis*

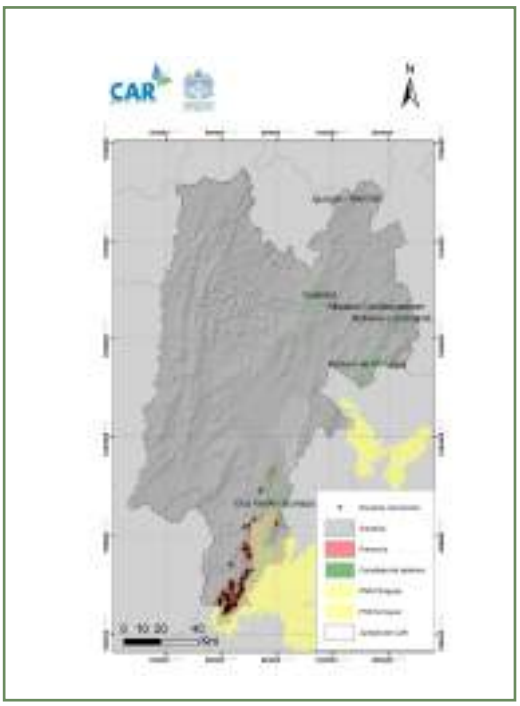


Figura 71. Distribución potencial *E.cabrerensis*

Tabla 20. Distribución de *Espeletia argentea* en cada complejo y municipio.

Complejo – Municipio	Área (ha)
Altiplano Cundiboyacense - Chocontá	10.910,7
Altiplano Cundiboyacense - Cucunubá	4.947,12
Altiplano Cundiboyacense - Gachancipá	1.167,93
Altiplano Cundiboyacense - Lenguazaque	2.818,89
Altiplano Cundiboyacense - Nemocón	2.415,15
Altiplano Cundiboyacense - Suesca	9.413,19
Altiplano Cundiboyacense - Villapinzón	9.052,56
Cruz Verde - Sumapaz - Arbeláez	15.165,27
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Rural	1.290.005,19
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Urbano	2,34
Cruz Verde - Sumapaz - Cabrera	326.684,07
Cruz Verde - Sumapaz - La Calera	16.429,59
Cruz Verde - Sumapaz – Pasca	104.656,59
Cruz Verde - Sumapaz - San Bernardo	53.950.5
Cruz Verde - Sumapaz – Sibaté	19.854,72
Cruz Verde - Sumapaz - Soacha	6.4121,4
Cruz VERDE - SUMAPAZ - VENECIA	2.907,99
Guerrero – Buenavista	699,48
Guerrero - Carmen de Carupa	384.100,83
Guerrero – Cogua	106.217,01
Guerrero – Cucunubá	2.535,12
Guerrero – Fúquene	1.540,98
Guerrero – Pacho	29.509,38
Guerrero - San Cayetano	27.902,25
Guerrero – Simijaca	226,44
Guerrero – Subachoque	57.057,66
Guerrero – Supatá	1.179,81
Guerrero – Susa	65.572,65
Guerrero – Sutatausa	2.117,34
Guerrero – Tabio	3.676,23
Guerrero – Tausa	278.965,53
Guerrero – Ubaté	9.472,68
Guerrero – Zipaquirá	172.357,38
Iguaque - Merchán - Chiquinquirá	4.397,76

Complejo – Municipio	Área (ha)
Iguaque - Merchán – Saboyá	103.648,68
Páramo de Chingaza - Chocontá	50.593,05
Páramo de Chingaza - Gachancipá	669,42
Páramo de Chingaza - Guatavita	308.512,35
Páramo de Chingaza - La Calera	151.620,84
Páramo de Chingaza - Machetá	120.106,44
Páramo de Chingaza – Manta	7.644,78
Páramo de Chingaza - Sesquilé	100.373,4
Páramo de Chingaza – Sopó	3.207,42
Páramo de Chingaza – Suesca	847,44
Páramo de Chingaza - Tocancipá	3.263,49
Rabanal - río Bogotá - Chocontá	114.663,06
Rabanal - río Bogotá - Guachetá	106.480,53
Rabanal - río Bogotá - Lenguazaque	58.603,86
Rabanal - río Bogotá - Machetá	52.568,28
Rabanal - río Bogotá - Ráquira	23.418,27
Rabanal - río Bogotá – Tibirita	8.398,62
Rabanal - río Bogotá - Villapinzón	256.109,85
Total	**4.552.761,51**

Tabla 21. Distribución de *Espeletia barclayana* en cada complejo y municipio.

Complejo - Municipio	Área (ha)
Altiplano Cundiboyacense - Suesca	3,78
Guerrero - Buenavista	0,09
Guerrero - Carmen De Carupa	2.788,29
Guerrero - Cogua	220,32
Guerrero - Cucunubá	0,72
Guerrero - Pacho	348,57
Guerrero - San Cayetano	280,08
Guerrero - Subachoque	405,63
Guerrero - Supatá	23,67
Guerrero - Susa	18,09
Guerrero - Tausa	2.803,59
Guerrero - Zipaquirá	707,13

Complejo - Municipio	Área (ha)
Iguaque - Merchán - Saboyá	125,91
Páramo de Chingaza - Chocontá	13,05
Páramo de Chingaza - Guatavita	17,01
Páramo de Chingaza - Machetá	0,72
Páramo de Chingaza - Sesquilé	75,87
Rabanal - río Bogotá - Chocontá	649,89
Rabanal - río Bogotá - Guachetá	1.296,45
Rabanal - río Bogotá - Lenguazaque	491,04
Rabanal - río Bogotá - Machetá	221,31
Rabanal - río Bogotá - Ráquira	195,48
Rabanal - río Bogotá - Villapinzón	1.564,38
Total	**12.251,07**

Tabla 22. Distribución de *Espeletia boyacensis* en cada complejo y municipio.

Complejo - Municipio	Área (ha)
Guerrero - Carmen De Carupa	0,27
Iguaque - Merchán - Chiquinquirá	61,11
Iguaque - Merchán - Saboyá	2.264,22
Total	**2.325,6**

Tabla 23. Distribución de *Espeletia cabrerensis* en cada complejo y municipio.

Complejo – Municipio	Área (ha)
Cruz Verde - Sumapaz - Arbeláez	379,8
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Rural	14.735,7
Cruz Verde - Sumapaz - Cabrera	8.929,35
Cruz Verde - Sumapaz – Pasca	1.297,53
Cruz Verde - Sumapaz - San Bernardo	1.189,89
Cruz Verde - Sumapaz – Soacha	750,42
Cruz Verde - Sumapaz - Venecia	104,31
Total	**27.387**

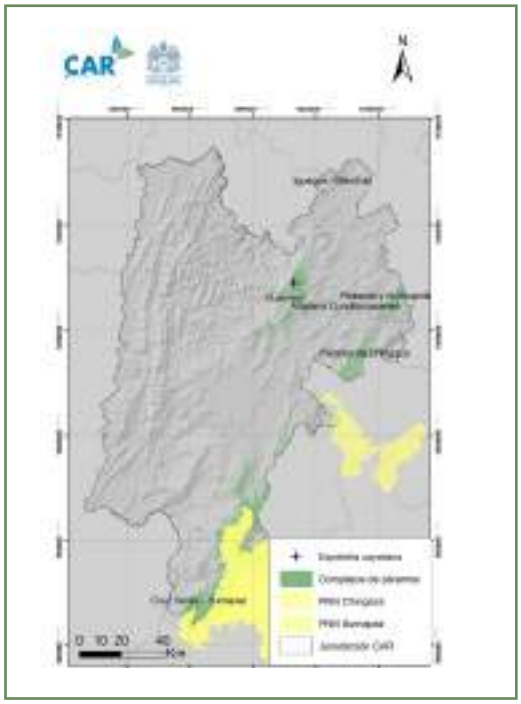


Figura 72. Distribución potencial *E. cayetana*

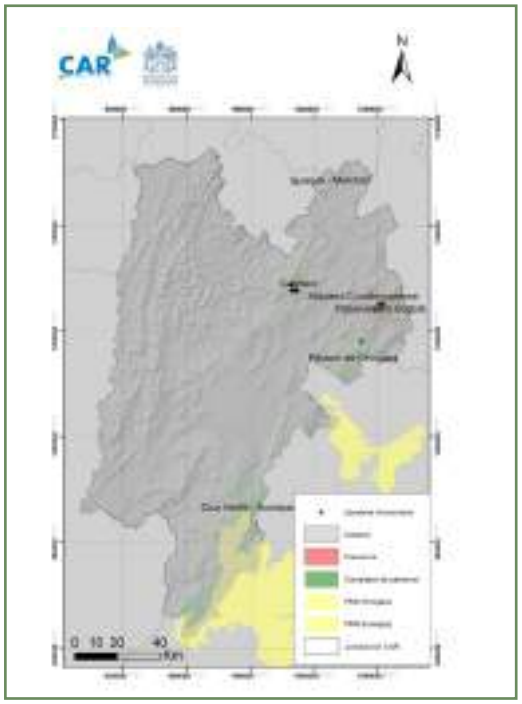


Figura 73. Distribución potencial *E.chocontana*

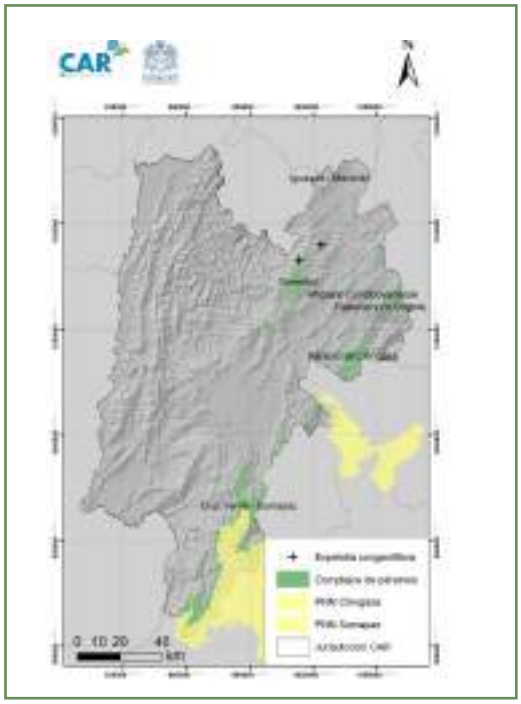


Figura 74. Distribución potencial *E. congestiflora*

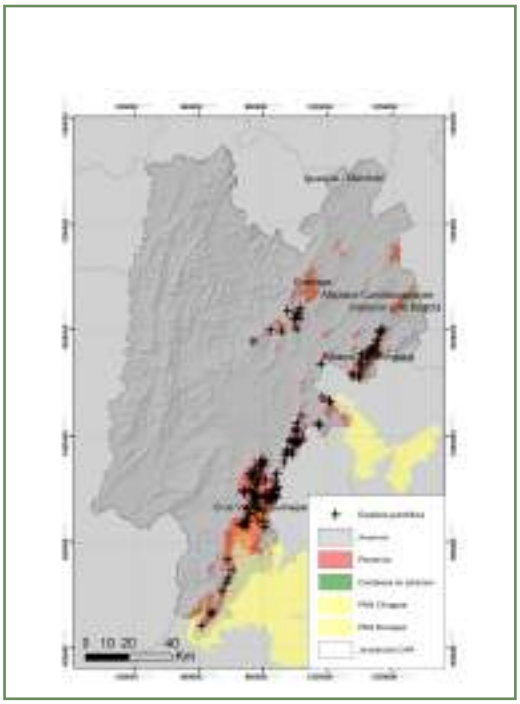


Figura 75. Distribución potencial *E. grandiflora*

Tabla 24. Distribución de Espeletia cayetana en cada complejo y municipio

Complejo - Municipio	Número de parcelas
Guerrero - Carmen de Carupa	1
Total	**1**

Tabla 25. Distribución de *Espeletia chocontana* en cada complejo y municipio

Municipio	Área (ha)
Cruz Verde - Sumapaz - Arbeláez	0,09
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Rural	149,49
Cruz Verde - Sumapaz - Cabrera	0,36
Cruz Verde - Sumapaz - Pasca	1,17
Cruz Verde - Sumapaz - San Bernardo	0,27
Cruz Verde - Sumapaz - Sibaté	0,09
Cruz Verde - Sumapaz - Soacha	0,09
Guerrero – Buenavista	0,36
Guerrero - Carmen De Carupa	566,82
Guerrero – Cogua	2,07
Guerrero – Fúquene	0,09
Guerrero – Pacho	27,99
Guerrero - San Cayetano	12,33
Guerrero – Simijaca	0,63
Guerrero – Subachoque	0,54
Guerrero – Supatá	2,61
Guerrero – Susa	30,87
Guerrero – Sutatausa	0,54
Guerrero – Tausa	627,75
Guerrero – Ubaté	1,08
Guerrero – Zipaquirá	6,12
Iguaque - Merchán - Chiquinquirá	2,07
Iguaque - Merchán – Saboyá	295,65
Páramo de Chingaza - Chocontá	96,3
Páramo de Chingaza - Guatavita	20,79
Páramo de Chingaza - La Calera	94,05
Páramo de Chingaza - Machetá	12,69
Páramo de Chingaza – Manta	0,09
Páramo de Chingaza - Sesquilé	74,61

Páramo de Chingaza - Sopó	1,35
Páramo de Chingaza - Suesca	0,54
Rabanal - río Bogotá - Chocontá	755,1
Rabanal - río Bogotá - Guachetá	53,28
Rabanal - río Bogotá - Lenguazaque	15,75
Rabanal - río Bogotá - Machetá	145,98
Rabanal - río Bogotá - Ráquira	8,82
Rabanal - río Bogotá - Tibirita	0,09
Rabanal - río Bogotá - Villapinzón	581,94
Total	**3.590,46**

Tabla 26. Distribución de *Espeletia congestiflora* en cada complejo y municipio.

Complejo - Municipio	Número De Parcelas
Guerrero - Carmen de Carupa	2
Total	**2**

Tabla 27. Distribución de *Espeletia grandiflora* en cada complejo y municipio.

Complejo – Municipio	Área (ha)
Altiplano Cundiboyacense - Chocontá	113,94
Altiplano Cundiboyacense - Cucunubá	149,76
Altiplano Cundiboyacense - Gachancipá	42,57
Altiplano Cundiboyacense - Lenguazaque	55,26
Altiplano Cundiboyacense - Nemocón	78,48
Altiplano Cundiboyacense - Suesca	50,13
Altiplano Cundiboyacense - Villapinzón	101,61
Cruz Verde - Sumapaz - Arbeláez	1.493,55
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Rural	48.562,02
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Urbano	0,36
Cruz Verde - Sumapaz - Cabrera	6.456,24
Cruz Verde - Sumapaz - La Calera	429,75
Cruz Verde - Sumapaz - Pasca	11.098,98
Cruz Verde - Sumapaz - San Bernardo	5.559,21
Cruz Verde - Sumapaz - Sibaté	1.359,09
Cruz Verde - Sumapaz - Soacha	3.794,67
Cruz Verde - Sumapaz - Venecia	344,34

Complejo – Municipio	Área (ha)
Guerrero – Buenavista	0,09
Guerrero - Carmen De Carupa	4.824,18
Guerrero – Cogua	1.390,68
Guerrero – Cucunubá	21,33
Guerrero – Fúquene	19,89
Guerrero – Pacho	1.102,14
Guerrero - San Cayetano	382,05
Guerrero – Subachoque	1.912,23
Guerrero – Supatá	82,44
Guerrero – Susa	565,02
Guerrero – Sutatausa	27,18
Guerrero – Tabio	108,36
Guerrero – Tausa	5.094,45
Guerrero – Ubaté	94,59
Guerrero – Zipaquirá	3.288,87
Iguaque - Merchán - Chiquinquirá	0,27
Iguaque - Merchán – Saboyá	108,09
Páramo De Chingaza - Chocontá	1.084,32
Páramo De Chingaza - Gachancipá	44,19
Páramo De Chingaza - Guatavita	8.041,14
Páramo De Chingaza - La Calera	4.019,31
Páramo De Chingaza - Machetá	2.989,53
Páramo De Chingaza - Sesquilé	1.930,95
Páramo De Chingaza – Sopó	127,71
Páramo De Chingaza - Suesca	11,52
Páramo De Chingaza - Tocancipá	239,67
Rabanal - río Bogotá - Chocontá	1.556,01
Rabanal - río Bogotá - Guachetá	1.584,81
Rabanal - río Bogotá - Lenguazaque	1.298,79
Rabanal - río Bogotá - Machetá	825,93
Rabanal - río Bogotá - Ráquira	369,45
Rabanal - río Bogotá - Villapinzón	2.150,1
Total	**124.985,25**

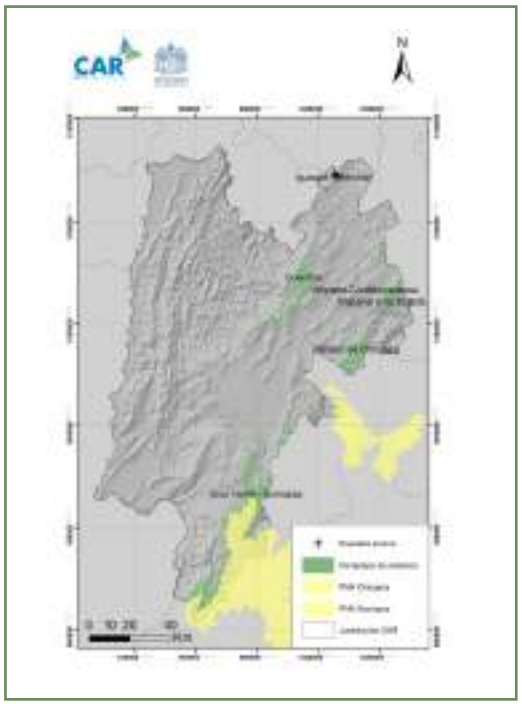


Figura 76 Distribución potencial *E.incana*

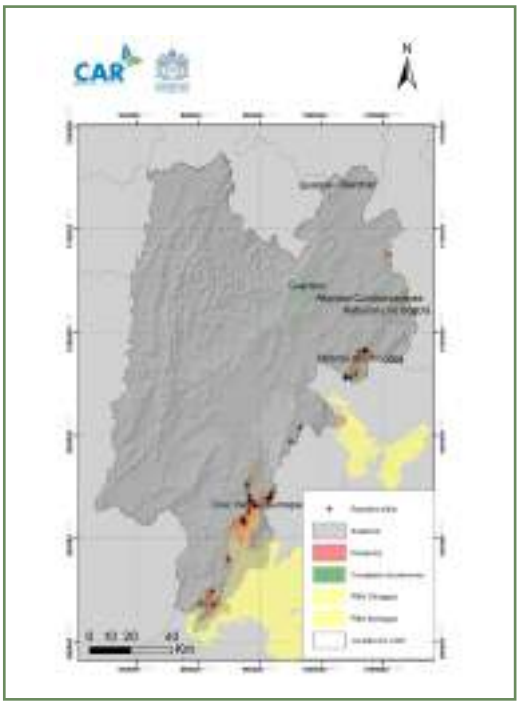


Figura 77. Distribución potencial *E. killipii*

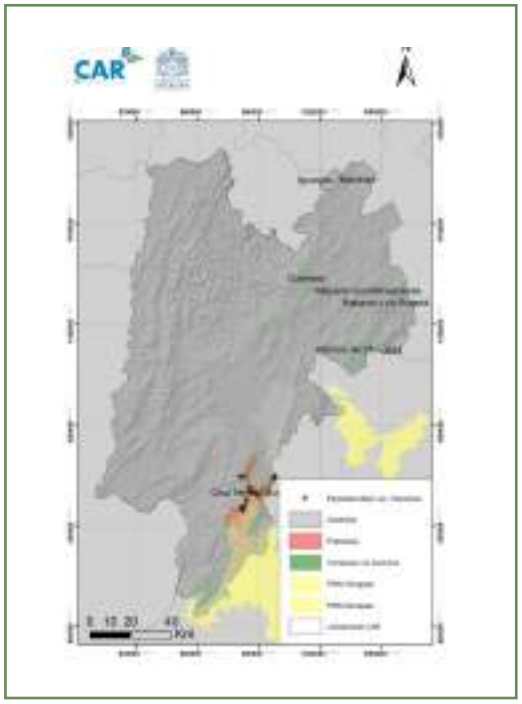


Figura 78. Distribución potencial *E. killipii var. chiscana*

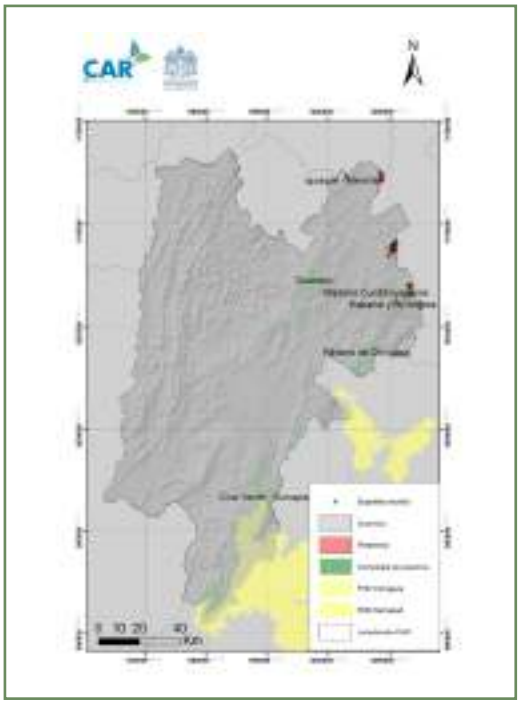


Figura 79. Distribución potencial *E. murilloi*

Tabla 28. Distribución de *Espeletia incana* en cada complejo y municipio.

Complejo - Municipio	Número De Parcelas
Iguaque – Merchán - Saboyá	2
Total	**2**

Tabla 29. Distribución de *Espeletia killipii* en cada complejo y municipio

Complejo – Municipio	Área (ha)
Altiplano Cundiboyacense - Chocontá	0,9
Altiplano Cundiboyacense - Cucunubá	0,09
Altiplano Cundiboyacense - Suesca	4,05
Cruz Verde - Sumapaz - Arbeláez	921,6
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Rural	17.850,87
Cruz Verde - Sumapaz - Cabrera	3661,47
Cruz Verde - Sumapaz - La Calera	80,73
Cruz Verde - Sumapaz - Pasca	4.260,96
Cruz Verde - Sumapaz - San Bernardo	2.076,84
Cruz Verde - Sumapaz - Sibaté	75,24
Cruz Verde - Sumapaz - Soacha	524,34
Guerrero - Carmen De Carupa	5,13
Guerrero - Cogua	0,54
Guerrero - Cucunubá	0,36
Guerrero - Pacho	0,18
Guerrero - Tausa	9,45
Guerrero - Zipaquirá	1,89
Páramo de Chingaza - Chocontá	60,75
Páramo de Chingaza - Gachancipá	0,36
Páramo de Chingaza - Guatavita	3,168
Páramo de Chingaza - La Calera	1.186,83
Páramo de Chingaza - Machetá	809,46
Páramo de Chingaza - Manta	4,05
Páramo de Chingaza - Sesquilé	942,3
Páramo de Chingaza - Sopó	0,36
Páramo de Chingaza - Tocancipá	1,62

Rabanal - río Bogotá - Chocontá	108,54
Rabanal - río Bogotá - Guachetá	767,61
Rabanal - río Bogotá - Lenguazaque	43,47
Rabanal - río Bogotá - Machetá	125,91
Rabanal - río Bogotá - Ráquira	59,13
Rabanal - río Bogotá - Tibirita	0,99
Rabanal - río Bogotá - Villapinzón	629,28
Total	**37.383,3**

Tabla 30. Distribución de *Espeletia killipii* var. chisacana en cada complejo y municipio.

Complejo - Municipio	Área (ha)
Cruz Verde - Sumapaz - Arbeláez	999,36
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Rural	9.914,04
Cruz Verde - Sumapaz - Pasca	3.847,86
Cruz Verde - Sumapaz - San Bernardo	1.989,18
Cruz Verde - Sumapaz - Soacha	906,39
Páramo de Chingaza - Guatavita	2,79
Páramo de Chingaza - La Calera	117,63
Páramo de Chingaza - Machetá	9,36
Páramo de Chingaza - Sesquilé	2,61
Total	**17.789,22**

Tabla 31. Distribución de *Espeletia murilloi* en cada complejo y municipio

Complejo – Municipio	Área (ha)
Guerrero - Carmen De Carupa	10,44
Guerrero - San Cayetano	0,45
Guerrero – Susa	0,63
Guerrero – Tausa	9,18
Guerrero – Zipaquirá	0,09
Iguaque - Merchán - Chiquinquirá	5,49
Iguaque - Merchán - Saboyá	1.723,95
Páramo de Chingaza - Chocontá	4,86
Páramo de Chingaza - Guatavita	45,36
Páramo de Chingaza - La Calera	0,99
Páramo de Chingaza - Machetá	83,16
Páramo de Chingaza - Sesquilé	58,41
Rabanal - río Bogotá - Chocontá	423,99
Rabanal - río Bogotá - Guachetá	1.666,35
Rabanal - río Bogotá - Lenguazaque	328,14
Rabanal - río Bogotá - Machetá	184,77
Rabanal - río Bogotá - Ráquira	333,81
Rabanal - río Bogotá - Tibirita	2,79
Rabanal - río Bogotá - Villapinzón	1.718,28
Total	**6.601,14**

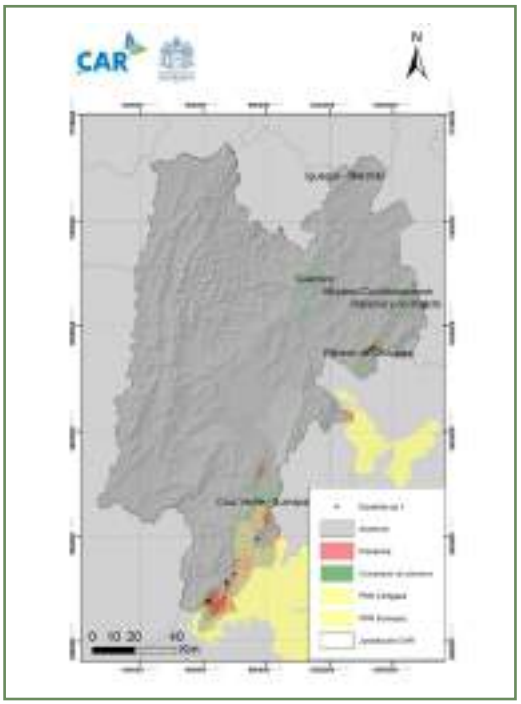


Figura 80. Distribución potencial *Espeletia sp. 1*

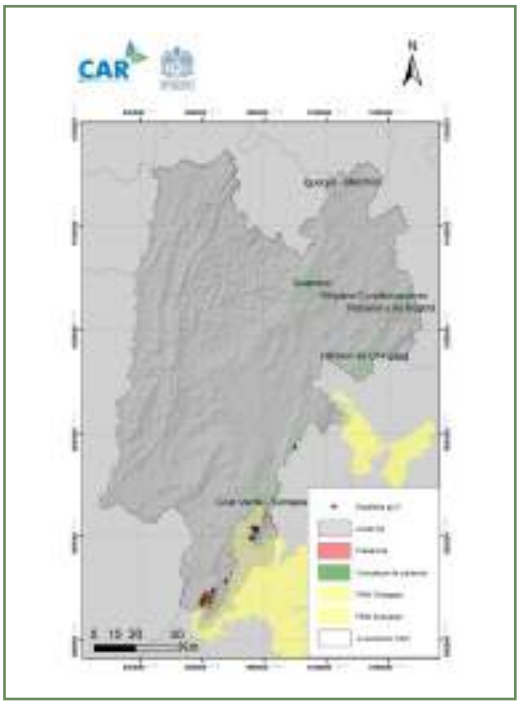


Figura 81. Distribución potencial *Espeletia* sp. 2

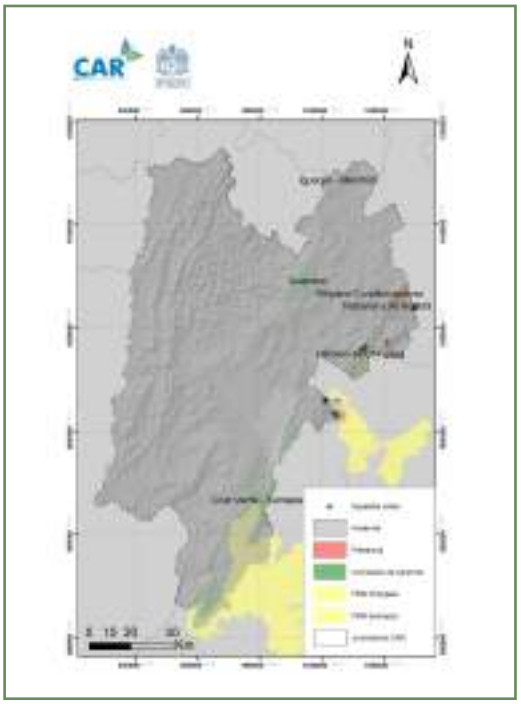


Figura 82. Distribución potencial *E.uribei*

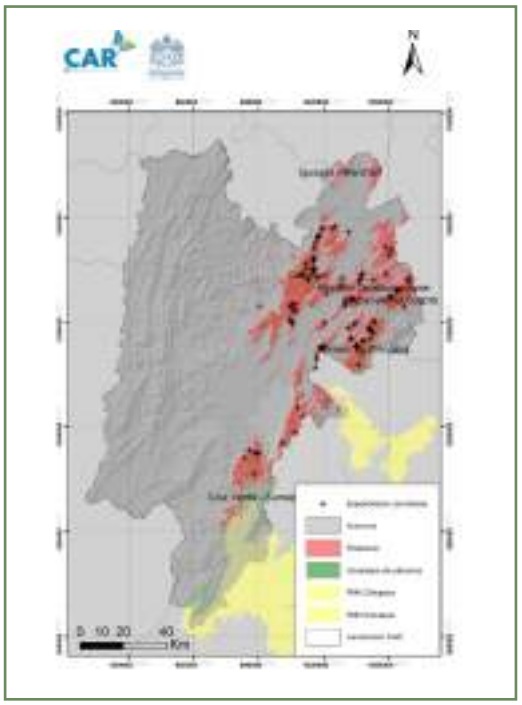


Figura 83. Distribución potencial *E. corymbosa*

Tabla 32. Distribución de *Espeletia* sp. 1 en cada complejo y municipio.

Complejo – Municipio	Área (ha)
Cruz Verde - Sumapaz - Arbeláez	9,72
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Rural	15.728,67
Cruz Verde - Sumapaz - Cabrera	4.082,4
Cruz Verde - Sumapaz - La Calera	9,45
Cruz Verde - Sumapaz - Pasca	320,76
Cruz Verde - Sumapaz - San Bernardo	95,76
Cruz Verde - Sumapaz - Soacha	222,93
Cruz Verde - Sumapaz - Venecia	0,27
Páramo de Chingaza - Chocontá	58,5
Páramo de Chingaza - Guatavita	728,55
Páramo de Chingaza - La Calera	1480,05
Páramo de Chingaza - Machetá	606,42
Páramo de Chingaza - Manta	20,79
Páramo de Chingaza - Sesquilé	506,97
Rabanal - río Bogotá - Chocontá	0,36
Rabanal - río Bogotá - Guachetá	9,54
Rabanal - río Bogotá - Machetá	27,09
Rabanal - río Bogotá - Tibirita	8.82
Rabanal - río Bogotá - Villapinzón	402.57
Total	**24.319.62**

Tabla 33. Distribución de *Espeletia* sp. 2 en cada complejo y municipio.

Complejo - Municipio	ea (ha)
Cruz Verde - Sumapaz - Arbeláez	0,27
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Rural	3.574,44
Cruz Verde - Sumapaz - Cabrera	4.829,94
Cruz Verde - Sumapaz - Pasca	29,7
Cruz Verde - Sumapaz - San Bernardo	62,91
Cruz Verde - Sumapaz - Soacha	0,09
Páramo de Chingaza - La Calera	2,25
Total	**8.499,6**

Tabla 34. Distribución de *Espeletia uribei* en cada complejo y municipio.

Complejo - Municipio	Área (ha)
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Rural	234,72
Cruz Verde - Sumapaz - Cabrera	4,32
Cruz Verde - Sumapaz - La Calera	6,48
Cruz Verde - Sumapaz - Pasca	0,99
Páramo de Chingaza - Chocontá	90
Páramo de Chingaza - Guatavita	734,13
Páramo de Chingaza - La Calera	1.370,52
Páramo de Chingaza - Machetá	619,65
Páramo de Chingaza - Manta	202,41
Páramo de Chingaza - Sesquilé	513,09
Rabanal - río Bogotá - Chocontá	369,9
Rabanal - río Bogotá - Guachetá	1,89
Rabanal - río Bogotá - Machetá	203,4
Rabanal - río Bogotá - Tibirita	127,62
Rabanal - río Bogotá - Villapinzón	2.268,45
Total	**6.747,57**

Tabla 35. Distribución de *Espeletiopsis corymbosa* en cada complejo y municipio.

Complejo - Municipio	Área (ha)
Altiplano Cundiboyacense - Chocontá	594,45
Altiplano Cundiboyacense - Cucunubá	270,36
Altiplano Cundiboyacense - Gachancipá	44,46
Altiplano Cundiboyacense - Lenguazaque	95,94
Altiplano Cundiboyacense - Nemocón	79,38
Altiplano Cundiboyacense - Suesca	1.190.16
Altiplano Cundiboyacense - Villapinzón	269,82
Cruz Verde - Sumapaz - Arbeláez	552,51
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Rural	12.092,94
Cruz Verde - Sumapaz - Bogotá D.C. - Urbano	0,36
Cruz Verde - Sumapaz - Cabrera	13,5
Cruz Verde - Sumapaz - La Calera	438,66
Cruz Verde - Sumapaz - Pasca	5.159,52
Cruz Verde - Sumapaz - San Bernardo	545,4
Cruz Verde - Sumapaz - Sibaté	1.473,12

Cruz Verde - Sumapaz - Soacha	3.667,86
Guerrero - Buenavista	28,08
Guerrero - Carmen De Carupa	9.924,84
Guerrero - Cogua	3.361,59
Guerrero - Cucunubá	170,1
Guerrero - Fúquene	112,86
Guerrero - Pacho	2.354,94
Guerrero - San Cayetano	1.482,93
Guerrero - Simijaca	54,99
Guerrero - Subachoque	4.488,12
Guerrero - Supatá	235,89
Guerrero - Susa	2.190,51
Guerrero - Sutatausa	300,24
Guerrero - Tabio	271,71
Guerrero - Tausa	9.601,74
Guerrero - Ubaté	280,53
Guerrero - Zipaquirá	6.392,52
Iguaque - Merchán - Chiquinquirá	240.39
Iguaque - Merchán - Saboyá	3.448,44
Páramo de Chingaza - Chocontá	1.219,77
Páramo de Chingaza - Gachancipá	62,91
Páramo de Chingaza - Guatavita	9.256,59
Páramo de Chingaza - La Calera	2.974,68
Páramo de Chingaza - Machetá	2.451,69
Páramo de Chingaza - Manta	42.57
Páramo de Chingaza - Sesquilé	2.248,47
Páramo de Chingaza - Sopó	286,11
Páramo de Chingaza - Suesca	21,42
Páramo de Chingaza - Tocancipá	304,02
Rabanal - río Bogotá - Chocontá	2.689,02
Rabanal - río Bogotá - Guachetá	2.147,13
Rabanal - río Bogotá - Lenguazaque	1.645,74
Rabanal - río Bogotá - Machetá	1.422,54
Rabanal - río Bogotá - Ráquira	587,79
Rabanal - río Bogotá - Tibirita	112,5
Rabanal - río Bogotá - Villapinzón	4.951,71
Total	**103.853,52**

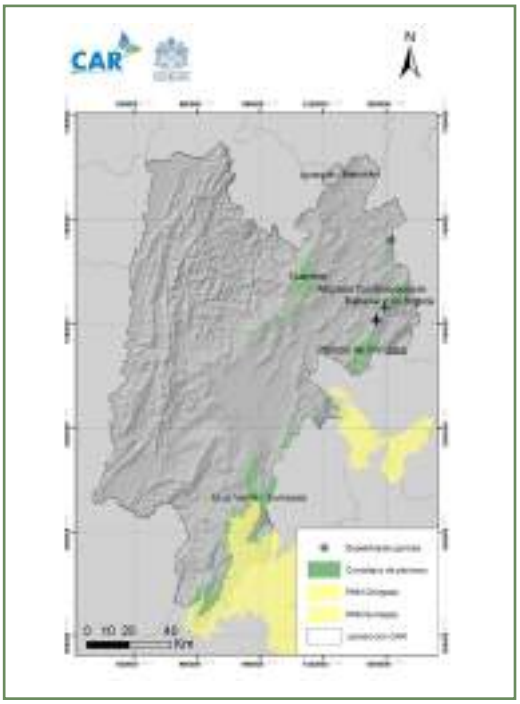


Figura 84. Distribución potencial *E. garciae*

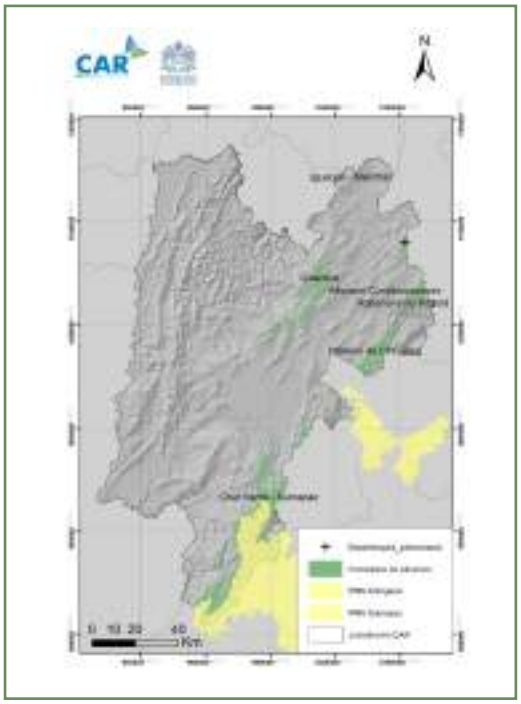


Figura 85 Distribución potencial *E.pleiochasia*

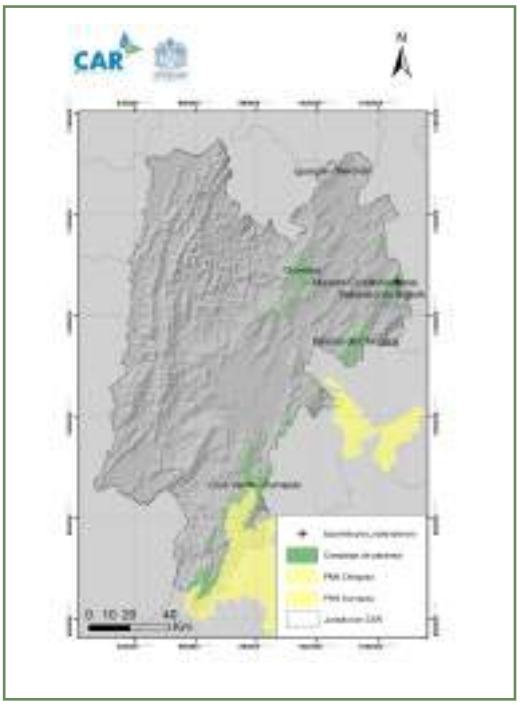


Figura 86. Distribución potencial *E. rabanalensis*

Tabla 36. Distribución de *Espeletiopsis garciae* en cada complejo y municipio.

Complejo - Municipio	Número de parcelas
Páramo de Chingaza - Chocontá	2
Rabanal - río Bogotá - Chocontá	2
Rabanal - río Bogotá - Ráquira	1
Total	**5**

Tabla 37. Distribución de *Espeletiopsis pleiochasia* en cada complejo y municipio.

Complejo - Municipio	Número de parcela
Rabanal - río Bogotá - Ráquira	1
Total	**1**

Tabla 38. Distribución de *Espeletiopsis rabanalensis* en cada complejo y municipio.

Complejo - Municipio	Número de parcelas
Rabanal - río Bogotá - Lenguazaque	1
Total	**1**

4.10 LAS AMENAZAS A LOS FRAILEJONES DESDE LA PERSPECTIVA SOCIAL

A partir del análisis de las narrativas testimoniales y la implementación de las herramientas de DRP, se lograron identificar las amenazas tanto directas como indirectas de las especies de frailejones, donde la pérdida de calidad y cantidad de hábitat se presenta como uno de los temas más urgentes para generar estrategias de manejo y conservación (Figura 87). Se proponen las especies de frailejones como objetos de conservación de filtro fino y el páramo como el objeto de conservación de filtro grueso.

Las estrategias basadas en la identificación de estas amenazas deben apuntar a llenar vacíos de información mediante la investigación/co-investigación y monitoreo con ciencia ciudadana, estrategias para la conservación y uso sostenible priorizando amenazas, conservación *in situ* y *ex situ,* educación y fortalecimiento institucional.

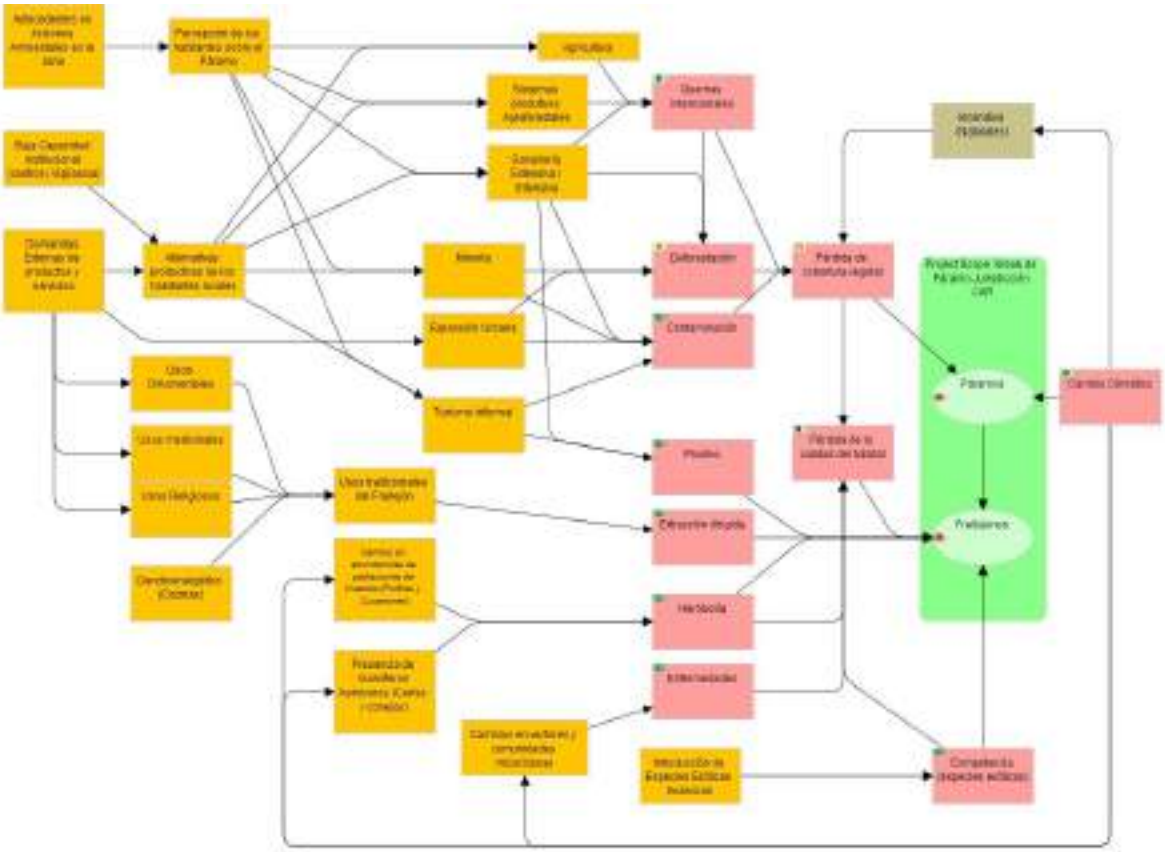


Figura 87. Mapa de amenazas bajo el modelo de estándares abiertos.

CONOCIMIENTO PREVIO DE ESPECIES Y CULTURA EN TORNO AL FRAILEJÓN

Las estrategias basadas en la identificación de estas amenazas deben apuntar a llenar vacíos de información mediante la investigación/co-investigación y monitoreo con ciencia ciudadana, estrategias para la conservación y uso sostenible priorizando amenazas, conservación *in situ* y *ex situ*, educación y fortalecimiento institucional.

Conocimiento previo de especies y cultura en torno al frailejón. Los pobladores de los páramos reconocen al frailejón como una especie emblemática y de importancia central en el proceso de regulación del recurso hídrico. Así como se expresaron en diferentes entrevistas realizadas a los actores locales, anteriormente las especies de frailejones, especialmente las de mayor porte, era comúnmente usadas los 7 de diciembre en las luminarias de las fiestas religiosas. También se reportan usos tanto ornamentales como medicinales que les atribuyen importancia cultural a las diferentes especies. El 87% de las personas encuestadas solo reportaban dos tipos de frailejones, el grande o frailejona y el pequeño o plateado, sin recordar sus nombres científicos.

Importancia de las especies de frailejón. Los páramos han sido reconocidos por los diferentes actores no solo por su importancia biológica, sino por su importancia cultural, ya que prestan bienes y servicios fundamentales para las poblaciones humanas. Estos ecosistemas no se pueden aislar de la importancia de los frailejones, ya que son, aparte de las plantas más emblemáticas o características, muy abundantes. Históricamente ha sido reconocidas como las plantas que "llaman el agua", por lo que han sido valoradas por los pobladores de los páramos. Adicionalmente tienen usos muy particulares a nivel medicinal y doméstico. Así también se reconocen otros servicios como el hábitat de otras especies como insectos, reptiles y anfibios y su importancia en la mitigación del cambio climático, como lo muestra la figura 88.

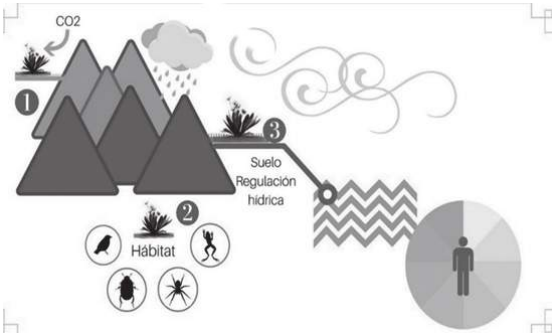


Figura 88. Relaciones entre el páramo, los frailejones, la atmósfera y los servicios ecosistémicos prestados por el páramo, dentro de los cuales los frailejones tienen un papel importante.

Las amenazas que afectan los ecosistemas de páramos también afectan directamente a la flora existente en ellos como los frailejones. Actualmente se reportan diferentes restricciones para la realización de actividades humanas, principalmente la minería y agricultura, lo cual ha llevado a dejar zonas en recuperación no voluntariamente, pero con pasivos ambientales por el abandono, sin ningún tipo de intervención.

Hay que construir una definición lo suficientemente amplia que permita entender al páramo en todas sus dimensiones y en la complejidad de su dinámica, y que considere umbrales para la ocupación y desarrollo de actividades, de tal manera que no se genere una exclusión de los pobladores que lo habitan, puesto que son parte de él. El páramo no es solo una formación vegetal o un escenario climático, es mucho más. Los páramos ya no son solo importantes en la conservación *in situ* de la biodiversidad, sino también en tanto su valor como generador de servicios ecológicos fundamentales para el desarrollo económico y el bienestar social de poblaciones humanas y silvestres, que se debaten entre el desarrollo y la conservación.

Para el presente estudio se usó la aproximación de la determinación de las coberturas de la tierra y su posterior evaluación desde perspectivas multitemporales, integrando sus resultados a la complementariedad entre diversas formas de gobernanza (pública nacional, pública regional y privada). Los páramos con mejores niveles de conservación están ligados a una mayor tradición histórica, o tendencias de conservación más homogéneas, probablemente debido a la permanencia de políticas e incluso de funcionarios. El significado de la representatividad ecosistémica en la conservación de los páramos de Colombia no es plano, existen una serie de elementos paralelos que deben ser evaluados, entre los que la propiedad comunitaria tiene un valor significativo –como el de los resguardos indígenas–, así como los puntos calientes (hot spots) del conflicto armado.

En cuanto a las afectaciones de los frailejones, en muchos casos los pobladores las atribuyeron a un componente natural o la acción del cambio climático. No reconocieron algún tipo de afectación a los frailejones en un 90%; sin embargo, en algunos casos si describieron que, en ciertas épocas climáticas, los individuos cambian su porte y se ven gravemente afectados por oleadas

de calor. Las primeras apariciones de las enfermedades de los frailejones hasta el momento registradas fueron las realizadas por el guardaparques Luis Alberto Espino alrededor de los 2000, específicamente en *E. uribei*. Posteriormente, en otros recorridos realizados por Alirio García, él empezó a reconocerla especialmente hacia el sector de La Playa, en el PNN Chingaza. El mismo guardaparque menciona: "(…) hongo en la raíz de los individuos de E. uribei que hacía que se secaran lentamente y se murieran, le daba mal olor al tallo y un color amarillento; adicionalmente se empezó a observar una larva en el cogollo de las plantas. (…)." Lo anteriormente descrito, concuerda con narraciones testimoniales de habitantes del páramo de Cruz Verde, quienes plantearon: "(…) aproximadamente desde los 2000 (alrededor de 10 años atrás a la fecha) se empezó a ver en el centro de los individuos de la especie *E. grandiflora* y *E. argentea* una pudrición negra y posteriormente muchas perforaciones en las hojas, comparándolas coloquialmente con "coladores" (…)." En esta misma zona, los habitantes asocian la polilla guatemalteca con la afectación, especialmente la que presenta *Espeletiopsis corymbosa*. Esta polilla llegó al país en el periodo del presidente César Gaviria (1990- 1994) con la importación de papa desde países Centroamericanos. Otros aseguran que conocen desde siempre los cucarrones que afectan el frailejón. La polilla la asocian con la papa debido a que después de la aparición de la "guatemalteca" refieren que la polilla se fue adaptando a otros cultivos a pesar de que dejaron de cultivar la papa. A esto se agrega una asociación climática a la afectación: "(…) Por lo menos hace 30 años vi que el cogollo se ponía amarillo, pero no se veía con hongo. Ese crece más hacia las cañadas. En invierno se veían más enfermos, de abril a noviembre (…)"

Quienes conocen más el frailejón asocian la aparición del color café en los bordes de las hojas con el envejecimiento de los frailejones… "Después de la prohibición de las quemas los frailejones salían verdes y mantenían una similitud en el color que hoy no se ve así…debido al color café de los bordes de las hojas hoy se ven deslucidos".

RESIGNIFICACIÓN DEL FRAILEJÓN

El desarrollo del conocimiento de territorio por parte de los pobladores colindantes y la promoción de buenas prácticas para la conservación de los páramos ha creado una relación diferencial de la gente que habita o habitaba la alta montaña y especies objeto de conservación como el frailejón. El participar en la estrategia de esta investigación, hizo reconocer los componentes de la afectación del frailejón y la importancia de generar procesos de investigación y monitoreo en torno a la conservación del recurso hídrico. Adicionalmente, fue un proceso constructivo no sólo para los pobladores locales de las cuencas de estudio sino para los investigadores involucrados, pues representó un gran reto el diálogo de saberes para entenderse entre sí con sus especificidades del dialecto (tanto científico como coloquial) y llegar a construir conclusiones en conjunto. Así también, se empiezan a reconocer las diferencias entre las especies de frailejones y cuáles son sus principales características. Este trabajo de resignificación del frailejón tuvo grandes avances en los pobladores de los seis complejos de páramos.

Compromisos de los pobladores con su entorno. Desde la ocupación de los páramos por los pobladores locales se han mantenido acuerdos informales en torno a la conservación de partes de los ecosistemas circundantes, en muchos casos dejando remanentes

muy pequeños en cada uno de los municipios, principalmente estos que son fuentes de agua. Sin embargo, la urgencia económica ha llevado a la destrucción de gran parte de ellos. Con la revolución verde, esta tasa de cambio de uso del suelo aumentó aceleradamente, perdiendo prácticas amigables con el ambiente. Hoy en día, después de muchos aprendizajes, han empezado a resurgir prácticas que rescatan las tradiciones campesinas del equilibrio y la armonía con la naturaleza. Los seres humanos se ubican y viven en el paisaje, con sus actividades socioeconómicas y culturales de producción y extracción, así se constituye en integrante y formador del paisaje (*Baptiste et al.,*1993). Generalmente las personas aprecian su territorio, ya que en él desarrollan sus vidas en todos los aspectos. Por tanto, la educación ambiental es una estrategia fundamental en la promoción de la conservación.

Compromisos institucionales con la conservación del entorno. Cada vez es más creciente el interés de desarrollar proyectos de conservación y uso sostenible por parte de las instituciones de corte ambiental a diferentes escalas, desde local hasta internacional, a raíz de la crisis ambiental que se presenta y que afecta bienes de uso común como el agua. Sin embargo, varios líderes sociales denuncian los intereses privados y el apoyo de las instituciones para la explotación y usufructo de estos. Se han identificado diferentes programas de recuperación, orientados al reemplazo de las actividades productivas por coberturas de vegetación nativa, sustitución de cultivos y pastizales por plantación de bosque protector, el cual se realiza con los propietarios de los predios, quienes son los beneficiarios de dicha sustitución e incentivos forestales por reforestación, protección de las rondas de las quebradas y la reglamentación de las corrientes.

Compromisos nacionales en la reducción del calentamiento global y la sostenibilidad ambiental. A nivel nacional se han propuesto incentivos que propenden por la conservación de los ecosistemas como Pagos por Servicios Ambientales, REDD+, disminución de impuestos prediales, compra de predios, entre otros. Así también se han establecido normas de carácter legislativo como la delimitación de páramos como ecosistema estratégico, lo cual ha generado enormes conflictos socioambientales a nivel local.

CAPÍTULO 5

LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS FRAILJONES EN EL TERRITORIO CAR

5. LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS FRAILEJONES EN EL TERRITORIO CAR

5.1 MARCO NORMATIVO DE LA CONSERVACIÓN Y MANEJO DE BIODIVERSIDAD CON ENFASIS EN ECOSISTEMA DE PÁRAMO

Colombia se encuentra entre los países más megadiversos del planeta. Sin embargo, la pérdida de hábitats naturales, principalmente relacionada con la expansión de la frontera agrícola y la ganadería extensiva, y el desarrollo de otras actividades antrópicas como la deforestación, la minería ilegal, la expansión de cultivos ilícitos, la sobreexplotación de especies silvestres, el tráfico, la caza, la contaminación del agua, y la expansión urbana e industrial, sumadas a factores agravantes como las especies invasoras, los vacíos de información y el cambio climático, han conllevado a una disminución promedio del 18% de la biodiversidad del país (IAvH, 2017). Así, con el fin de avanzar en la protección de la biodiversidad, existe un listado amplio de convenios y convenciones que Colombia ha firmado y ratificado, en el marco de los antecedentes a nivel internacional, relacionados con la conservación y manejo de la biodiversidad. Los principales antecedentes se describirán a lo largo de este capítulo.

Un primer antecedente se da en el marco del Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD) firmado durante la Cumbre de Río de Janeiro en 1992 y vigente desde 1994, mediante el cual se plantearon tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. En ese sentido, este convenio cubre la diversidad biológica a todos los niveles: ecosistemas, especies y recursos genéticos. Igualmente, reconoce la importancia de este tema a nivel ecosistémico, específico y genético para la evolución y la vida de la biósfera, así como sus valores ecológicos, económicos, científicos, culturales, entre otros. Así mismo, señala el hecho de "la pérdida de la biodiversidad como resultado de ciertas actividades humanas y el interés de la humanidad en la conservación de la misma" (ONU).

Este convenio incluyó orientaciones para la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica así como para ecosistemas particulares, que incluyen programas específicos como bosques, ecosistemas áridos, ecosistemas de agua dulce, ecosistemas costeros y marinos y de montaña. Por lo tanto, estos programas al tener un enfoque integral "constituyen un marco importante para la conservación y uso sostenible de las especies vegetales en cada tipo de ecosistema" (Marconi, 2006). Dicho convenio fue ratificado en Colombia por medio de la ley 165 de 1994.

Otro instrumento relevante para la conservación y manejo de ecosistemas de alta montaña, se deriva de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), realizada en Río de Janeiro en 1992, cuyo documento final llamado Agenda 21, planteó la importancia a nivel mundial de las montañas y logró

incluir el capítulo 13 denominado "Ordenación de ecosistemas frágiles: desarrollo sostenible de las zonas de montaña". Dicho capítulo establece que "Las montañas son una fuente importante de agua, energía y diversidad biológica. Además, son fuente de recursos vitales como minerales, productos forestales y agrícolas y medios de esparcimiento. Al ser un ecosistema importante en el que está representada la ecología compleja e interdependiente de nuestro planeta, el medio montano es esencial para la supervivencia del ecosistema mundial." (Departamento de Asuntos Economicos y Sociales División de Desarrollo Sostenible, 1998).

Así mismo, en la sexta Conferencia de las Partes de la CDB, celebrada en el año 2002, se crea la Estrategia Mundial para la Conservación de las Especies Vegetales la cual fue adoptada mediante la decisión VI/ 9. Dicha estrategia se fundamenta en el reconocer que las especies vegetales constituyen una parte vital de la diversidad biológica del mundo y un recurso esencial para el planeta, en la medida que son las principales productoras de muchos ecosistemas y les proporcionan la infraestructura de hábitats. Por lo tanto, se plantea que la finalidad de la Estrategia es detener la pérdida actual y continua de la diversidad de las especies vegetales.

Por otro lado, la Convención sobre el Comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES) es un acuerdo de carácter internacional firmado por los gobiernos con el propósito de establecer una cooperación entre los países que permita controlar el comercio de vida silvestre. Fue firmada en Washington DC en 1973 y entró en vigor en 1975. Los cinco países andinos la han ratificado. Esta Convención se aplica sobre aquellas especies amenazadas para las que el comercio internacional afecta a su estado de conservación. Estas especies se encuentran listadas en tres apéndices llamados apéndices CITES; además, reglamenta y vigila el comercio con especies que son vulnerables de llegar a dicho *status*. En el caso colombiano, este convenio fue ratificado mediante la Ley 17 de 1981, y algunas de las especies relacionadas con los ecosistemas de páramo que hacen parte de los listados CITES son: Oso de anteojos, Oso frontino, Oso careto (*Tremarctos ornatus*), Danta de páramo, Danta lanuda (*Tapirus pinchaque*), Cóndor andino (*Vultur gryphus*) (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Finalmente, la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR) firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) en 1971 y ratificada por todos los países andinos, se adopta con el fin de reconocer que los humedales constituyen ecosistemas complejos y frágiles, cuya conservación es de suma importancia para el mantenimiento de procesos ecológicos, así como para garantizar la base económica de varias poblaciones humanas gracias a la gran diversidad y riqueza de recursos naturales que albergan, particularmente el agua. (Marconi, 2006).

Su objetivo principal es garantizar la conservación y manejo racional de los humedales reconociendo la importancia de las funciones que cumplen en la regulación hídrica, su riqueza en flora y fauna, y su valor económico, como ecosistemas que generalmente ocupan zonas de transición entre áreas húmedas y áreas usualmente secas (Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Por lo tanto, el convenio promueve la conservación y el uso racional de los humedales a través de la acción nacional y mediante la cooperación internacional.

Su aplicación se desarrolla en dos niveles: por un lado se establece una lista de humedales de Importancia Internacional (más conocidos como Sitios Ramsar), en que los países se comprometen a realizar un manejo sostenible de los sitios ubicados en su

territorio; por otro lado, los países miembro se comprometen al manejo sostenible de todos los humedales presentes en su territorio (Marconi, 2006). Dicho convenio fue ratificado en Colombia mediante la Ley 357 de 1997, por medio de la cual se aprueba la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas".

Ahora bien, en el marco de la normativa nacional, la Constitución Política de 1991 es el instrumento por medio del cual el país elevó el manejo y la protección de los recursos naturales y el medio ambiente, o en otras palabras, la biodiversidad, a la categoría de norma constitucional, mediante el reconocimiento de la obligación del Estado y de las personas de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación (Art. 8), del derecho de los colombianos a tener un ambiente sano (Art. 79) y del desarrollo sostenible como el modelo que orienta el crecimiento económico, el mejoramiento de la calidad de vida y del bienestar social de la Nación, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2011).

Así mismo, la Constitución Política de Colombia destaca el deber del Estado en torno a la necesidad de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, y planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. De la misma manera, la Ley 99 de 1993 en el numeral 4 del artículo 1 consagra como principios generales ambientales que las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial.De acuerdo con lo anterior, Colombia ha desarrollado diferentes instrumentos de planificación (políticas, planes y programas) para orientar la protección, manejo y uso de la biodiversidad en sus diferentes niveles de organización o que a través de su implementación contribuyen a las acciones de conservación. Un primer instrumento de planificación relevante en este tema es la Política Nacional de Biodiversidad establecida en 1996, cuyo objetivo fue promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los conocimientos, innovaciones y prácticas asociados a ella por parte de la comunidad científica nacional, la industria y las comunidades locales.

Posteriormente, en el 2001 se genera la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia que busca propender por la conservación y el uso racional de los humedales interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del país. En línea con lo anterior, en febrero de 2002 se conformó el Programa Nacional para el manconfotenible y restauración de ecosistemas de la alta montaña colombiana: PÁRAMOS, que tiene por objetivo principal orientar a nivel nacional, regional y local la gestión ambiental en ecosistemas de páramo y adelantar acciones para su manejo sostenible y restauración, mediante la ejecución de los subprogramas, enfocados en la generación de conocimiento y socialización de información de su estructura y función, la restauración ecológica, la consolidación de sus potencialidades hídricas, la planificación ambiental del territorio, el uso sostenible de los recursos naturales presentes, el desarrollo de acuerdos, tratados, la cooperación técnica nacional e internacional, y la participación directa y permanente de las comunidades asociadas a estos ecosistemas, considerándolos espacios de vida.

Asimismo, en el año 2001, en el marco de la Política de Biodiversidad (1996), se formuló la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas. La estrategia fue desarrollada buscando articular el conocimiento científico, la institucionalidad ambiental y los instrumentos de política para permitir orientar los procesos de toma de decisiones en materia de la gestión de la biodiversidad. En el año 2010 se hace una revisión, desde su formulación hasta la fecha, de avances en la implementación de la estrategia y una actualización de los antecedentes políticos y normativos, y se articulan los ejes con los objetivos de la Estrategia Mundial para la Conservación de Especies Vegetales. Dicha articulación se refleja en los siguientes objetivos: 1) entender y documentar la diversidad de plantas, 2) conservar la diversidad de plantas, 3) utilizar la diversidad de plantas de manera sostenible, 4) promover educación y concienciación acerca de la diversidad de plantas, y 5) crear capacidad para la conservación de la diversidad de plantas.

En este marco temporal se genera la resolución 0769 del 05 de agosto de 2002 "Por la cual se dictan disposiciones para contribuir a la protección, conservación y sostenibilidad de los páramos" y la resolución 0839 del 01 de agosto de 2003 "Por la cual se establecen los términos de referencia para la elaboración del Estudio sobre el Estado Actual de Páramos y del Plan de Manejo Ambiental de los Páramos".

Por otro lado, en 2005 se crean los Planes regionales de acción en biodiversidad (cuenca del Orinoco, Sur de la Amazonia, Valle del Cauca, Quindío, Nariño, Norte de Santander, Sucre), creados en 2005, los cuales buscan promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización.

En lo relacionado con los documentos de planificación de alcance nacional, el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 "Prosperidad para Todos", estableció los propósitos y objetivos nacionales, así como las estrategias, orientaciones y metas generales de la política económica, social y ambiental del Gobierno durante su periodo de gestión. Respecto a la biodiversidad, el PND, en su capítulo VI "sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo", contempló la necesidad de adelantar acciones para: a. Fortalecer la protección y restauración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. b. Gestionar el riesgo de pérdida de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. c. Fortalecer el uso sostenible de la biodiversidad para la competitividad y el crecimiento económico y social (Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible, 2011).

En línea con lo anterior, en el año 2012, se crea la Política Nacional Para La Gestión Integral De La Biodiversidad Y Sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), orientada a "Promover la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (GIBSE), de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socio-ecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil...". Cuenta con 6 ejes temáticos orientados a la Biodiversidad, conservación y cuidado de la naturaleza, a la gobernanza y creación de valor público, al desarrollo económico y calidad de vida, a la gestión del conocimiento tecnología e información, a la gestión del riesgo y suministro de servicios Ecosistémicos y a la corresponsabilidad y compromisos globales. Los 6 ejes temáticos están expresados en 33 líneas estratégicas, orientadas a atender las causas subyacentes y los motores de pérdida y transformación de la biodiversidad, de tal manera que permitan a través del PAB,

orientar las decisiones de manejo proyectando y potenciando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos como un elemento innovador y transformador en las dinámicas nacionales (Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible, 2018).

En el mismo marco temporal, la Ley 1450 de 2011 en el parágrafo 1º del artículo 202 prohíbe que en los ecosistemas de páramo se adelanten actividades agropecuarias, de exploración o explotación de hidrocarburos y de minerales, o de construcción de refinerías de hidrocarburos para lo cual se tomaría como referencia mínima la cartografía contenida en el Atlas de Páramos de Colombia del Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, hasta tanto se contara con cartografía a escala más detallada. Por lo tanto, mediante la expedición de la Ley 1753 de 2015, retomando la prohibición antes mencionada se dispuso en el artículo 173, entre otras cosas que "En las áreas delimitadas como páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias ni de exploración o explotación de recursos naturales no renovables, ni construcción de refinerías de hidrocarburos". Dicho mandato generó como resultado la delimitación de 36 de los 37 complejos de páramos del país (aún pendiente la delimitación del páramo de Pisba), los cuales se encuentran listados en la Tabla 39, y donde se pueden identificar los seis complejos inmersos en la jurisdicción de la CAR, los cuales son el objeto del presente estudio.

Tabla 39. Complejos de Páramos Delimitados - Listado MADS

	Páramo	Departamento	Área	Resolución	Año	Escala	Cruce PNN
1	Jurisdicciones - Santurbán - Berlín	Santander y Norte de Santander	98.944	2090_19/12/2014	2014	25:000	NO
2	Paramillo	Antioquia	6.744	494_22/03/2016	2016	100	SI
3	Farallones de Cali	Valle del Cauca	4.545	492_22/03/2016	2016	100	SI
4	Tatamá	Chocó y Risaralda	10.929	495_22/03/2016	2016	100	SI
5	Belmira - Santa Inés	Antioquia	10.621	497_22/03/2016	2016	100	NO
6	Frontino - Urrao "Del Sol Las Alegrías"	Antioquia y Chocó	15.396	496_22/03/2016	2016	25:000	NO
7	Sonsón	Antioquia y Caldas	9.183	493_22/03/2016	2016	25:000	NO
8	Los Picachos	Caquetá, Huila y Meta	23.872	498_22/03/2016	2016	25:000	SI
9	Miraflores	Caquetá y Huila	19.751	491_22/03/2016	2016	25:000	NO
10	Chingaza	Cundinamarca, Boyacá y Meta	111.667	710_06/05/2016	2016	25:000	SI
11	Yariguíes	Santander	4.252	1554_26/06/2016	2016	100	NO
12	Iguaque - Merchán	Boyacá y Santander	26.565	1555_26/06/2016	2016	25:000	SI
13	Tamá	Norte de Santander	21.374	1556_30/07/2016	2016	25:000	SI

14	Chilí - Barrangán	Quindío y Tolima	80.708	1553_30/08/2016	2016	100	NO
16	Rabanal - río Bogotá	Boyacá y Cundinamarca	21.374	1768_30/09/2016	2016	100	NO
15	Baldías	Antioquia	861	2140_30/08/2016	2016	25000	NO
17	Guerrero	Cundinamarca y Boyacá	43.228	1769_30/09/2016	2016	25:000	NO
18	Tota - Bijagual - Mamapacha	Boyacá y Casanare	151.247	1771_30/10/2016	2016	25:000	NO
19	Altiplano Cundiboyacense	Boyacá y Cundinamarca	5.799	1770_30/11/2016	2016	25:000	NO
20	Los Nevados	Tolima, Quindío, Risaralda y Caldas	133.666	1987_30/11/2016	2016	25:000	SI
21	Las Hermosas	Valle del Cauca, Tolima y Cauca	192.092	0211_10/02/2017	2017	25:000	SI
22	Guantiva - La Rusia	Boyacá	119.009	1296_28/06/2017	2017	25:000	SI
23	Cruz Verde - Sumapaz	Cundinamarca, Meta y Huila	315.066	1434_15/07/2017	2017	25:000	SI
24	Perijá	Cesar	29.727	151_31/01/2018	2018	25:000	NO
25	Almorzadero	Santander y Norte de Santander	156.552	152_31/01/2018	2018	25:000	NO
26	Citará	Antioquia y Chocó	11.233	178_06/02/2018	2018	25	NO
27	Sotará	Cauca y Huila	80.929	179_06/02/2018	2018	100	SI
28	Guanacas - Puracé - Coconucos	Cauca y Huila	137.677	180_06/02/2018	2018	25:000	SI
29	Doña Juana - Chimayoy	Cauca, Nariño y Putumayo	69.263	181_06/02/2018	2018	25:000	SI
30	Nevado del Huila - Moras	Cauca, Huila y Tolima	150.538	182_06/02/2018	2018	25:000	SI
31	Chiles - Cumbal	Nariño	64.654	1398_25/07/2018	2018	25:000	NO
32	La Cocha - Patascoy	Nariño y Putumayo	152,83	1406_25/07/2018	2018	25:000	SI
33	Sierra Nevada de Santa Marta	Cesar y Magdalena	148.066	1404_25/07/2018	2018	25:000	SI
34	Sierra Nevada del Cocuy	Boyacá, Arauca y Casanare	271.032	1405_25/07/2018	2018	100	SI
35	Cerro Plateado	Cauca y Nariño	17,07	1503_06/08/2018	2018	100	NO
36	El Duende	Chocó y Valle del Cauca	4.454	1502_06/08/2018	2018	100	NO

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018) Dirección de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. Consultado en: https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/P-ramos-Delimitados-Listado-MADS/qv7d-uasb. Fecha: 2/12/2018

Es importante resaltar que, además de la delimitación de los complejos de páramo, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha expedido la resolución 1912 de 2017 "Por la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones". En este sentido, cinco de las especies reportadas en este estudio se encuentran con algún grado de amenaza. *E. chocontana, E. cayetana* y *E. garciae* se reportan en categoría EN PELIGRO ("EN"); y *Espeletia cabrerensis* y *Espeletia incana* se reportan en categoría VULNERABLE ("VU"). La presencia de estas especies en los complejos muestreados sugiere acciones particulares en la implementación del Plan de Manejo. También es de considerar la resolución 0886 de 2018 que interrelaciona la implementación de acciones conservativas con el desarrollo social y económico de los habitantes tradicionales de páramo en el sentido de realizar procesos de cambio de actividades de modo gradual, lo que entra en concordancia con la ley 1930 de julio de 2018, por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia contempla que Las Corporaciones Autónomas Regionales, conforme a los lineamientos establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, diseñarán de manera participativa y concertada: con las comunidades los programas, planes y proyectos de reconversión: y sustitución de las actividades prohibidas que hayan quedado en su interior y también que las entidades competentes adelantarán programas de capacitación en preservación, restauración y uso sostenible de los páramos dirigidos a los habitantes del páramo, con el propósito generar procesos de adaptación a las regulaciones establecidas en la presente ley.

5.2 MARCO ESTRATÉGICO DE ACCIONES DE CONSERVACIÓN

Los páramos y las especies que lo conforman, tanto vegetales como animales, han sido objeto de interés por parte del Ministerio de Medio Ambiente y de institutos técnicos como el IDEAM y el Humboldt. En particular, la parte alta de nuestras montañas, quizás por lo icónico que resultan los nevados y glaciares, y por la comprobada evidencia de dependencia de suministro hídrico desde los mismos y de la vegetación que los rodea (páramos), ha llevado al desarrollo de valoración de posibles efectos del clima y de transformaciones de hábitat sobre procesos, poblaciones y comunidades de organismos presentes en ellos. Dichas valoraciones para escenarios actuales han tenido un enfoque observacional, mediante la realización de trabajo de campo, mientras que para escenarios futuros han tenido un enfoque prospectivo, abordado a partir de la estructuración de modelos basados en escenarios climáticos del IPCC (Intergovernamental Panel for Climate Change) y de modelos a nivel local desarrollados por el IDEAM.

Es evidente que, desde la conformación del IPCC hasta hoy, los modelos y los escenarios climáticos han ganado en complejidad, por el involucramiento de un mayor número de variables y del desarrollo de métodos matemáticos más justados para estos, lo que ha llevado a su vez a proyecciones

para los páramos y glaciares, particularizadas a sus condiciones geográficas específicas por parte del IDEAM. En particular la visión plasmada en la primera comunicación Nacional para el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) de 2001, señalaba como una posible respuesta de los ecosistemas de alta montaña al incremento global de la temperatura, su desplazamiento hacia elevaciones superiores, basándose principalmente en la perspectiva geobotánica de la vegetación. Esta perspectiva se desarrolló con mapas de vegetación sustentados por los modelos de vegetación potencial de Holdridge y Cuatrecasas que planteaban que los límites superiores e inferiores de elevación de la franja de páramo estaban determinados por la temperatura. Esta primera aproximación también se sustentaba sobre las observaciones paleoecológicas realizadas mediante el registro de polen antiguo por múltiples investigadores como van der Hammen, van Cleef y Rangel, quienes señalaban que durante las glaciaciones y periodos intergalaciares del holoceno las franjas elevacionales de vegetación se habían comprimido o expandido con relación a la temperatura y a la condición de humedad (precipitación y humedad relativa).

Bajo este contexto teórico, esta primera proyección de desplazamiento del páramo hacia elevaciones superiores parecía bastante sustentada. Sin embargo, es claro que la naturaleza del cambio climático actual, mucho más rápida y compleja involucra el rearreglo de patrones de precipitación y la incidencia con mayor frecuencia de extremos climáticos como los fenómenos del Niño y la Niña, lo hace diferente y sin precedentes en la historia del planeta. Esto hace que los antecedentes históricos y el contexto teórico no lleguen a ser suficientes para modelar los cambios ambientales a futuro.

Para la tercera comunicación Nacional para el IPCC se ha establecido por parte del IDEAM (2016), que a partir de los distintos escenarios climáticos evaluados en una aproximación de ensamble multiescenario, los valores promedio, máximo y mínimo del cambio de la temperatura para la parte andina y en particular para la zona de alta montaña mostrarán aumentos más notorios, para el 2040, que el resto del país, siendo la zona de páramos la que mostrará más rápido cambios en temperatura.

Respecto a la precipitación, para los ambientes de páramo bajo escenarios futuros de cambio es importante resaltar que, este patrón es muy variable, teniéndose proyectadas disminuciones en la precipitación hacia el norte del país, y aumentos hacia el sur. Para ambos casos este cambio estaría entre el 10 y 40% de aumento o disminución según la región. Particularmente para los páramos de Cundinamarca y Boyacá se plantea que las variaciones pueden estar orientadas hacia incrementos leves o mantenimiento de las condiciones actuales.

Conjuntamente, las proyecciones de temperatura y precipitación para los páramos sugieren que la vegetación estará sometida a condiciones climáticas cambiantes, en una escala temporal muy corta respecto a los cambios climáticos del holoceno, los cuales originaron una oscilación de los límites elevacionales de las franjas de vegetación. En este escenario actual de cambios, proyectados internacionalmente por investigaciones para el IPCC y para Colombia por el IDEAM, se sugiere que las respuestas de los ecosistemas naturales como los páramos involucrarán respuestas adaptativas in situ de las especies ya presentes, y una muy reducida migración de elementos de franjas superiores, debido a los tiempos tan cortos de cambio y a la presencia de ecosistemas

antrópicos que se establecen como barreras a una posible migración.

En los escenarios futuros del clima para Colombia es también importante considerar los eventos extremos como los fenómenos del Niño y la Niña, los cuales podrán aumentar en frecuencia e intensidad, generando retos para la biota de alta montaña, debido a la alteración de sus procesos demográficos (tasas vitales), generando repercusiones que puede llegar a originar la extinción de poblaciones y especies. A la fecha se han evidenciado alteraciones en los ciclos de floración de algunas especies de frailejón, lo cual podría originar una disminución en el establecimiento de individuos nuevos en las poblaciones en un futuro cercano.

Bajo esta perspectiva es posible plantear, teniendo en cuenta exclusivamente el contexto climático, que especies hoy constitutivas del páramo y con distribuciones muy restringidas (endémicas) en un futuro hayan desaparecido y, los más resistentes y de rangos ambientales de distribución más amplios permanezcan en las mismas elevaciones a las que se encuentra hoy en día. Bajo este planteamiento, especies estructuralmente importantes en los páramos, como lo son las que hacen parte de los pastizales (ej. *Calamagrostis* spp.) podrían mantenerse.

Para el caso de frailejones y de acuerdo a lo reportado en colecciones biológicas y en este trabajo para el territorio jurisdicción de la CAR, se plantea un escenario de respuestas altamente complejo y particularizado a cada especie, dado que, si bien el grupo en general presenta una amplia distribución, se tienen especies restringidas y con condiciones demográficas muy frágiles que hacen cuestionar su viabilidad y permanencia en dichos ambientes a futuro. Así, desde lo climático la disminución de la diversidad para los frailejones, al igual que la permanencia de algunas especies es probable y podría ocurrir de forma simultánea.

Uno de los aspectos más importantes del cambio climático, no es solo el cambio en los valores promedio, máximos y mínimos de variables ambientales, como la temperatura y la precipitación, sino también la alteración de las interacciones tróficas y no tróficas que pueden originar al interior de los ecosistemas.

Las interacciones tróficas, es decir aquellas que implican pérdidas y ganancias de biomasa por parte de los organismos involucrados, entre las cuales la más representativa para la vegetación es la herbivoría, la aparición de afectaciones nuevas en los ecosistemas de páramo en años recientes sugiere una posible alteración de estas relaciones en escenarios climáticos de cambio.

Como consecuencia de la aparición de dichas afectaciones recientes y en particular para *E. grandiflora* en páramos de los alrededores de Bogotá, se ha evidenciado y evaluado la presencia de daños a nivel foliar, los cuales parecen estar asociados a larvas de insectos, en particular de larvas de polillas que consumen la hoja. Hasta la fecha no existe evidencia que señale que dichas afectaciones impliquen migraciones a franjas elevacionales superiores de insectos. Sin embargo, para otras regiones de alta montaña en Europa se ha demostrado que estos patrones daño vegetativo sí están asociados a migraciones en el gradiente elevacional.

En cuanto a las interacciones no tróficas, es decir aquellas que afectan la productividad y el desempeño reproductivo de los organismos, pero no implican pérdida alguna es su biomasa, el cambio climático puede generar también cambios en dichas interac-

ciones. De hecho, uno de los efectos reconocidos, principalmente para muchas plantas cultivadas, pero también para plantas silvestres es el estrés. El estrés se describe como un estado fisiológico alterado por alguna condición biótica o abiótica del medio que aleja a la planta de su óptimo funcionamiento. En plantas son múltiples los factores causales de estrés descritos, entre ellos se tiene el estrés por altas o bajas temperaturas, el estrés por radiación, el estrés por déficit o exceso de agua y el estrés por falta de nutrientes, entre otros.

El cambio climático sin duda origina cambios en variables y recursos que requieren las plantas, como lo son principalmente en temperatura, radiación y precipitación, que no solo están involucrados en el metabolismo primario de las plantas (fotosíntesis), sino también en el metabolismo secundario y en la fenología (ej. ciclo reproductivo). El aumento de la temperatura y la variación de los patrones de precipitación en los ambientes de páramo en años recientes han alterado los patrones de floración de algunas plantas. En el caso puntual de E. grandiflora, al contrastar reportes de temporadas de floración pasadas con los patrones de floración reportados en la actualidad para áreas protegidas como el PNN Chingaza, se señala que recientemente no se observan eventos de floración masiva y que la misma ocurre de forma irregular a lo largo del año.

En este mismo sentido, una de las posibles causales de las afectaciones recientes reportadas en plantas del género Espeletia para los páramos, como lo reporta Varela (2014) en estudios recientes, es el cambio en la interacción mutualista entre hongos endófitos de estas plantas o de facilitación a interacciones de nocivas para la planta de tipo comensalista y parasítico debido a una condición de estrés por parte de la planta.

Las respuestas al estrés por el cambio en las condiciones del clima en plantas de páramo es un tema altamente complejo, ya que un mismo grupo de plantas no necesariamente tiene que tener respuestas similares. Esto es evidente en el caso de los frailejones, quienes, a pesar de tener una morfología similar, tienen respuestas muy variadas.

Se espera por otro lado, que al interior de las especies pueda también existir variabilidad en la respuesta al estrés, lo que sugiere que no todas las poblaciones ni los individuos de una especie reaccionarán de la misma manera. De hecho, en plantas de frailejones, respecto a los patrones fenológicos alterados como respuesta a cambios en la condición del clima que mencionamos anteriormente, es evidente que algunos individuos mantienen los patrones de floración de acuerdo a lo reportado históricamente mientras que hay otros que alteran completamente dichos patrones.

Es importante también aclarar que las respuestas al estrés pueden ser diferentes en plantas en distinto estado de desarrollo. De hecho, es sabido a nivel de demografía para plantas de ambientes bajo extremos climáticos, como lo son los ambientes de páramos, que la fase más sensible al estrés, y que presentan por esta condición una alta tasa de mortalidad, son las plántulas.

Esta condición es quizás el aspecto más crítico de las poblaciones vegetales para su supervivencia al cambio climático, ya que, al no ser un componente de las poblaciones vegetales más evidente a nivel estructural, pudiendo ser pasado por alto, las consecuencias en alteraciones sobre plantas en esta condición pueden hacer que una población pase de viable a inviable. Bajo esta perspectiva muchas acciones de conservación de poblaciones vegetales en riesgo están orientadas al rescate de semillas y plántulas, a asegurar el

establecimiento de plántulas y al repoblamiento con este tipo de individuos en poblaciones sumidero (aquellas en las que no existe reclutamiento desde la misma comunidad).

Con la finalidad entonces, de establecer acciones efectivas para el rescate de semillas y plántulas, asegurar el establecimiento de plántulas y el repoblamiento es necesario conocer, sobre que especies hay que priorizar dichas acciones, dado que son muchas las especies de *Espeletia* en el territorio CAR. Igualmente, es importante conocer la variabilidad genética de las poblaciones a proteger, ya que el establecimiento de individuos de poblaciones con acervos genéticos diferentes puede generar a su vez pérdida de diversidad genética y problemas de hibridación y disminución de la fertilidad, lo que generaría disminuciones en la viabilidad poblacional a futuro.

En este sentido la realización de investigación y de acciones de conservación de especies de frailejón debe ser una acción coordinada en un programa a mediano y largo plazo, con acciones concretas y coherentes para implementación inmediata, dado la gran cantidad de especies en estado de amenaza o con un desconocimiento absoluto de su estado de conservación.

Hasta el momento, solo se ha mencionado en este aparte como factor importante para la conservación de los frailejones a futuro, al cambio climático. Es necesario sin embargo mencionar que dicho cambio está ocurriendo en un escenario ambiental muy complejo, con ambientes transformados en sistemas productivos, donde esta transformación va acompañada no solo de cambios en las coberturas naturales de los ecosistemas, sino también la introducción de nutrientes y organismos alóctonos que pueden hacer que los efectos del cambio climático se exacerben.
De acuerdo con lo anterior las transformaciones originadas por la agricultura, ganadería y minería son factores de estrés adicionales. Los cultivos, como la papa, han hecho que la cobertura de páramos, y en el caso en el que se centra este proyecto, los frailejones, hayan disminuido en extensión, generando fragmentación de las poblaciones naturales que amenazan su conservación. Si bien para los frailejones se ha mencionado que el viento puede ser un factor crucial en el aseguramiento del flujo génico entre poblaciones, no es claro aún qué tanto este proceso puede estar mediado y condicionado por agentes bióticos como los abejorros del género Bombus, para los cuales la fragmentación del paisaje representa una barrera.

Asociado al cultivo de la papa han también ingresado especies invasoras, como el caso de *Holcus lanatus, Rumex acetosella* y *Ulex europaeus*, que impiden que los páramos y sus poblaciones naturales se establezcan, frenando así la recuperación de estos ecosistemas.

La ganadería por su lado genera no solo disminución en la cobertura natural de los páramos sino también una pérdida de estructura de los suelos lo cual impide la recuperación natural de estos ambientes, al igual que en muchos casos la contaminación de los cursos de agua que nacen en ellos.

Bajo el contexto tanto del páramo, y sus poblaciones naturales entre las que se encuentran los frailejones, en su interacción directa con el alterado clima actual y un ambienta afectado por disturbios de tipo antrópico, la ley 1930 de 2018 que dicta las disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia, genera una hoja de ruta y unos esquemas de interacciones institucionales que es necesario aprovechar para ayudar a la conservación del ambiente de páramo en un futuro cercano. Acciones como la recuperación y restauración de áreas degradas y la necesidad de implementar acciones de conservación sobre elementos esenciales para la protección de servicios ecosistémicos como

el de captura, retención y regulación hídrica, en el que están profundamente implicados los frailejones, serán acciones prioritarias a implementar por parte de autoridades locales y ambientales en el país.

5.3 LÍNEAS DE ACCIÓN

No obstante, se han tenido en cuenta las consideraciones de los expertos en planeación estratégica de la autoridad ambiental para seleccionar aquellas mejor convienen al interés de un marco procedimental para la conservación de los frailejones.

Antes de enunciar las líneas de acción se mencionan los principios que deben considerarse la esencia de las líneas de acción. Para ello se trae a colación la excelente definición de principios que ha realizado el Ministerio de Agricultura en 2015 y que se consideran también propicios en el desarrollo de las estrategias de acción para la conservación y manejo de las especies de frailejones en el territorio CAR, siendo ellos:

- 1. Desempeño institucional democrático (ya que la CAR actúa como autoridad ambiental, más que como institución administradora). Este principio está inmerso en la definición de su tercera función que es promover y desarrollar la participación comunitaria en actividades y programas de protección ambiental, de desarrollo sostenible y de manejo adecuado de los recursos naturales renovables.

- 2. Planeación y visión prospectiva: las decisiones tomadas para la conservación de las especies de frailejones en la jurisdicción obedecen a un concienzudo análisis de escenarios adecuados para la supervivencia humana y la sustentabilidad de los ecosistemas, definiendo luego los lineamientos y pasos a seguir en su procura.

- 3. Integralidad y desarrollo territorial: la administración del territorio debe integrar todos los aspectos que sean previsibles y aun aquellos que obedezcan a fenómenos de complejidad y tendientes a lograr un desarrollo equilibrado en el territorio.

- 4. Sostenibilidad: los procesos y acciones deben tener continuidad, por lo que deben ser concebidos más como un sistema de gestión donde se tengan en cuenta tanto las necesidades como las expectativas de las partes, así como los recursos necesarios para que todos los planes y programas fluyan continuamente en procura de la mejora continua.

Estos cuatro principios tienen a permear y a ser la columna en torno a la cual se determinan las líneas de acción.

El siguiente esquema (Figura 89) indica las posiciones de las líneas de acción dentro del plan.

Figura 89. Líneas de acción principales y transversales.

Fuente: convenio 1836/17 CAR-PUJ

LÍNEA 1

1. GENERACION Y MANEJO DE LA INFORMACION Y EL CONOCIMIENTO

1.A. Articulación Interinstitucional

Objetivos

1.A.1. Aclarar funciones de cada institución con relación al sistema de información ambiental.

1.A.2. Establecer mecanismos de participación interinstitucional.

Acciones para el logro de estos objetivos:

1.A.1.a. Revisar la normatividad y asignación de funciones establecidas por la ley.

1.A.1.b. Analizar la participación de cada institución en el sistema de información.

1.A.2.a. Catalizar la colaboración entre instituciones.

1.A.2.b. Promover el uso adecuado y mecanismos para los aportes en el sistema de información ambiental.

1.B. Sistematizar los procesos de generación del conocimiento

Objetivos

1.B.1 Organizar líneas de investigación respecto a las especies de frailejones

1.B.2. Establecer la programación para las investigaciones sobre frailejones

Acciones para el logro de estos objetivos:

1.B.1.a. Convocar a las instituciones de investigación para conocer sus perspectivas respecto a la investigación

1.B.1.b. Crear y consolidar un banco de proyectos bajo los principios de planeación prospectiva

1.B.2.a. Formalizar una red de conocimiento en torno a las investigaciones sobre los frailejones.

1.B.2.b. Unificar criterios sobre metodologías investigativas y compilar resultados de investigaciones bajo una sola gerencia del conocimiento.

1.C. Comunicación y divulgación para la gestión de conservación de los frailejones en el territorio CAR

Objetivos

1.C.1 Determinar estrategias comunicativas de la información respecto a las especies de frailejones en el territorio.

1.C.2 Alcanzar un porcentaje significativo de la comunicación de información en las comunidades locales.

Acciones para el logro de estos objetivos:

1.C.1.a Lograr la integración de un grupo multidisciplinario de profesionales en el trabajo social y la comunicación para verificar los métodos más adecuados de comunicación de información sobre los frailejones

1.C.1.b Generar documentos que faciliten la comunicación de información sobre los frailejones

1.C.2.a Realizar trabajo social en compañía de los líderes sociales y con el apoyo de entidades locales para verificar el alcance posible de los procesos comunicativos.

1.C.2.b Crear círculos de conocimiento en las comunidades locales para verificar la calidad de la comunicación y enriquecer los conocimientos previos procedentes de las investigaciones.

COMPONENTE PROGRAMÁTICO

1. Programa o Proyecto: OBACI- Observatorio de Acciones Interinstitucionales	
Resultados esperados: Mantener coordinadas las acciones de las instituciones y autoridades ambientales, sin desperdiciar esfuerzos	
Indicadores: Comparación entre calificaciones periódicas del observatorio de acciones	
Responsables: Ministerio de ambiente, CAR, instituciones públicas	
Monto: 600 UVT	**Plazo**: para montaje 2 años
Descripción: Mediante esfuerzos mancomunados establecimiento de coordinación de acciones de las instituciones en asuntos ambientales	

2. Programa o Proyecto: Programa Red ComunyCAR	
Resultados esperados: Mejorar la fluidez y precisión en la comunicación entre partes interesadas e instituciones.	
Indicadores: Aumento de interés en convocatorias: # de participantes en reunión actual / # participantes en reunión anterior.	
Responsables: Ministerio de Ambiente, CAR, Secretarías regionales y locales de Ambiente	
Monto: 2.250 UVT	**Plazo:** 3 años para el montaje
Descripción: Red donde se pueda incorporar información actualizada y comunicación de inquietudes y sugerencias y avances en las investigaciones mediante redes sociales y aplicaciones tecnológicas.	

3. Programa o Proyecto: BanCAR - Banco de Conocimientos con coordinación CAR	
Resultados esperados: mantener referencias inmediatas respecto a la gestión del conocimiento.	
Indicadores: # de proyectos en período actual/ # de proyectos en período anterior	
Responsables: CAR, entidades públicas y privadas de carácter ambiental	
Monto: 700 UVT	**Plazo:** 1 año montaje y puesta en funcionamiento

LÍNEA 2

2. GESTION TERRITORIAL PARA LA PROTECCION, CONSERVACION Y RECUPERACION Y RESTAURACION DE LOS FRAILEJONES Y LOS ECOSISTEMAS ASOCIADOS EN EL TERRITORIO CAR.

2.A. Planificar los espacios en el territorio con miras a la conservación de las especies, dependiendo de los niveles de riesgo para ellas.

Objetivos:

2.A.1. Promover el reordenamiento de áreas en el territorio.

2.A.2. Realizar verificación constante de las condiciones de las áreas reordenadas.

Acciones para el logro de estos objetivos:

2.A.1.a. Realizar estudios y minería de datos sobre las necesidades de restricción de uso de área, de protección de áreas, de preservación de áreas, rehabilitación de áreas, recuperación de áreas bajo esta normalización, para la conservación de los hábitats en los que se encuentran las distintas especies de frailejones.

2.A.1.b. Gestionar interinstitucionalmente la reordenación territorial según estudios previos.

2.A.2.a. Crear modelos de interacciones de acuerdo con los niveles de reordenamiento establecidos.

2.A.2.b. Aplicar los modelos alimentándolos con información actualizada de forma permanente para verificar las nuevas condiciones territoriales.

2.B. Promover el adecuado uso de suelos

Objetivos:

2.B.1. Sensibilizar y concientizar a los pobladores del territorio respecto a la necesidad de un adecuado uso de suelos tanto a niveles urbanos como rurales por la importancia de estos como base de los procesos agrícolas y pecuarios y para la producción sostenible de recursos.

2.B.2. Generar herramientas para incorporar prácticas para el buen uso de los suelos.

Acciones para el logro de estos objetivos:

2.B.1.a. Establecer jornadas de asesoramiento, en espacios adecuados para la comunidad, y con apoyo de otras instituciones para el buen uso de suelos.

2.B.1.b. Implementar un sistema de monitoreo respecto a las condiciones de suelos.

2.B.2.a. Capacitar a los pobladores implicadas en uso de suelos para realizar buenas prácticas ambientales.

2.B.2.b. Gestionar el aprovisionamiento de elementos adecuados para manejo de suelos.

Descripción: organizar un banco de conocimientos y de proyectos de investigación para la conformación de equipos relacionados y dar prelación a aquellos que sean transversales y de beneficio para varias líneas, lo que permitirá reducir costos y translapamientos en la búsqueda de conocimientos. Así mismo mantener la base de información sobre estudios e investigaciones relacionados con especies amenazadas o de importancia alta.

Tabla 40. Requerimiento de acciones territoriales para la conservación, según el nivel de amenaza, para las especies de frailejones seleccionadas como prioritarias en el territorio CAR.

Nivel Riesgo	Rango deRiesgo	ACCIONES EN ÁREAS CON POBLACIONES DE FRAILEJONES					
		Escala 1	Escala 2	Escala 3	Escala 4	Escala 5	Escala 6
		Monitoreo	Restricción de uso	Protección	Preservación	Rehabi litación	Recu-peración
Nulo							
Bajo Bajo	<=1	*E. boyacensis* *E. murilloi*					
Bajo Medio	>1<=2	*E. barclayana* *E.* sp. 1					
Bajo Alto	>2<=3						
Medio Bajo	>3<=4						
Medio Medio	>4<=5	*E. cabrerensis*					
Medio Alto	>5<=6						
Alto Bajo	>6<=7	*E. chocontana* *E. garciae*					
Alto Medio	>7<=8						
Alto Alto	>8						
Peligro UICN			LC preocu-pación menor	NT casi amenaza-do	VU: vulner-able	Restauración ecológica	
NE: No evaluado			DD: Datos insuficien-tes	EW: Extinto en estado silvestre	Extinto (EX)	EN: en peligro	CR: en peligro crítico

Así mismo dentro de la gestión territorial se deben considerar tanto las presiones al hábitat, como las amenazas directas para las especies por actividades antrópicas o indirectamente por ellas como la introducción de otras especies vegetales, por lo que la CAR junto a los pobladores deben hacer control de este tipo de actividades en el territorio (Tabla 41).

Tabla 41. Nivel de riesgo para las especies derivado por amenazas o presiones

Evento	Presión	Amenaza directa	Nivel de riesgo		
			Alto	Medio	Bajo
Ganadería	X	X	*E. argentea* *E. corymbosa* *E. grandiflora* *E. cabrerensis* *E. barclayana* *E. killipii*	*E. chocontana* *E. congestiflora* *Híbridos*	*E. boyacensis* *E. uribei*
Cultivos	X				
Minería	X	X		*E. corymbosa* *E. argentea* *E. barclayana*	*E. murilloi* *E. grandiflora*
Quemas		X	*E. grandiflora*	*E. killipii*	*E. argentea* *E. corymbosa* *E. cabrerensis*
Turismo no dirigido	X	X		*E. barclayana*	*E. grandiflora* *E. chocontana* *E. congestiflora* *E. uribei* *E.corymbosa* *E. argentea* *E. murilloi*
Expansión urbana	X			*E. corymbosa*	*E. grandiflora*
Especies Invasoras (en esp. Retamo espinoso)	X	X	*E. murilloi* *E. corymbosa* *E. boyacensis*	*E. argentea*	

COMPONENTE PROGRAMÁTICO

1. Programa o Proyecto: MATER-Memoria Ambiental de Transformación Territorial	
Resultados esperados: lograr la identificación y monitoreo de transformación de predios a través del tiempo para determinar, en conjunto, la transformación del territorio, que se constituye en la memoria en diferentes momentos del tiempo.	
Indicadores: # de memorias obtenidas en el actual período/ # de memorias obtenidas en período pasado.	
Responsables: Ministerio de Ambiente, Superintendencia de Notariado y Registro, Beneficencia, Secretarías de Hacienda, CAR.	
Monto: 1.000 UVT año	**Plazo:** montaje 1 año, evaluación 25 años
Descripción: mediante incentivos de descuentos de impuesto de beneficencia o notariales o de registro se invita a los vendedores de predios a anexar a las escrituras una página en la que resuma de manera gráfica y descriptiva los cambios que se han realizado en el predio que ha poseído, desde el momento en que lo adquirió. Para ello se dispondrá de apoyo cartográfico sin costo para el usuario. Debe ser un programa permanente. Representa una herramienta no solo de descripción territorial sino para la toma de conciencia por parte de poseedores o propietarios con respecto a la responsabilidad ambiental. Se puede complementar con información del páramo que esté disponible para población local, estudiantes de centros educativos de las zonas de páramo, docentes y comunidad interesada y un inventario de especies del predio en particular.	

LÍNEA 3

3. GESTIÓN SOCIAL PARTICIPATIVA PARA LA PROTECCIÓN Y MANEJO DE LOS FRAILEJONES Y LOS ECOSISTEMAS ASOCIADOS EN EL TERRITORIO CAR.

3.A. Establecer un sistema de información económico y social del territorio donde se relacionen los recursos ambientales con la economía y el desarrollo social en el territorio.

Objetivos:

3.A.1. Lograr, por parte de los pobladores, el conocimiento sistemático de la situación actual del territorio en aspectos de equidad y oportunidad.

3.A.2. Diseñar formas eficientes para actualizar la información económica y social del territorio.

Acciones para el logro de estos objetivos:

3.A.1.a. Convocar a instituciones y pobladores a la construcción de una línea base de la realidad económica y social territorial.

3.A.1.b. Crear un grupo de expertos para analizar formalmente la información obtenida.

3.A.2.a. Consolidar la información en una base interactiva que permita conocer las interrelaciones entre los diferentes sectores de la economía.

3.A.2.b. Impulsar aplicativos patrocinados por las empresas involucradas que permitan la retroalimentación permanente de información de los aspectos que afecten la productividad en todas las escalas.

3.B. Formular de manera participativa con los pobladores el estudio de alternativas para el desarrollo económico y social en el contexto del cuidado ambiental.

Objetivos:

3.B.1. Comunicar la importancia y relevancia de iniciativas por parte de los involucrados para el desarrollo económico y social del territorio.

3.B.2. Crear mecanismos de cambio gradual, en torno a las alternativas de desarrollo propuestas.

Acciones para el logro de estos objetivos:

Conformar un programa de comunicación efectivo, que llegue a todas las partes interesadas para el entendimiento de la trascendencia de la proposición de alternativas.

Fomentar la confianza entre las partes interesadas, para el cruce de información y generación de alternativas concertadas.

Impulsar grupos de trabajo que analicen las implicaciones estructurales y beneficios vs costos de las alternativas propuestas.

Establecer una mesa de concertación de alternativas y de formalización de protocolos para normalizar las acciones acordadas.

3.C Fortalecer los mecanismos de incorporación y participación de las comunidades en la protección y manejo de los frailejones y los ecosistemas en territorio CAR

Objetivos:

3.C.1. Lograr la integración de los grupos locales y habitantes no vinculados en las zonas de páramo como colaboradores activos en la protección y manejo de las especies de frailejones y de los ecosistemas en el territorio.

3.C.2. Direccionar la participación real y positiva de las comunidades en la protección y manejo de los frailejones y ecosistemas en el territorio CAR.

Acciones para el logro de estos objetivos

Realizar convocatorias de incorporación y participación de las comunidades a los programas de conservación y manejo de las especies.

Instaurar un programa de capacitación ambiental a las comunidades que logre generar las competencias básicas para ayudar en el proceso de conservación de las especies.

Elaborar formatos estandarizados y los protocolos para sistematizar la información recopilada a partir de la participación social en la conservación y manejo.

Crear y fortalecer escenarios de divulgación y socialización de la labor conjunta desarrollada para la conservación y manejo de las especies de frailejones en el territorio.

Manejo que se deben dar a las especies respecto a las afectaciones en trabajo conjunto con la comunidad

Para realizar el manejo de las especies de frailejones en las áreas de monitoreo se debe:

- Convocar a las comunidades y otras partes interesadas para lograr la participación de las mismas en el monitoreo del estado de las especies de acuerdo a las líneas de acción propuestas.
- Realizar jornadas de instrucción y entrenamiento de acuerdo al diagnóstico realizado.
- Conformar los equipos y programar las jornadas de labor.
- Dotar a los participantes con los recursos necesarios para el monitoreo.
- Protocolizar la forma de remitir la información y observaciones a la central de tratamiento de la información y generar los mecanismos necesarios.
- En la central de información se debe gestionar la incorporación de acciones de acuerdo a los hallazgos realizados y al avance de las investigaciones al respecto.
- La autoridad ambiental debe emitir concepto sobre las actividades a desarrollar.
- Los participantes programarán las jornadas para la implementación de la acción de manejo.
- Volver a conformar los equipos y programar las jornadas de labor.
- Integrar a las comunidades como parte integrante del equipo de monitoreo de los frailejones.

MARCO PROGRAMÁTICO

1. Programa o Proyecto: Programa MAFE - Monitoreo afectación frailejones	
Resultados esperados: establecer los impactos de la interacción de microorganismos y de insectos con los frailejones y verificar el avance de la afectación en el territorio CAR,	
Indicadores: número de visitas anuales a puntos de monitoreo establecidos	
Responsables: CAR, Ministerio de Ambiente, Instituciones académicas y de investigación, administraciones locales	
Monto: 350 UVT anual	**Plazo:** Permanente
Descripción: realizando sumatoria de esfuerzos entre las autoridades ambientales, las instituciones académicas y de investigación y las comunidades locales se programará el monitoreo de los frailejones utilizando para ello, además de las visitas permanentes a campo, el uso de drones y microcámaras (en solo algunos casos) para visualizar la forma en que incide la actividad de los insectos en las plantas.	

2. Programa o Proyecto: Programa ALAS (Apoyo al Liderazgo Local Ambiental)	
Resultados esperados: lograr continuidad y demás requisitos en los procesos de conservación ambiental en las localidades del territorio CAR,	
Indicadores: proporción de líderes en nuevos períodos / líderes identificados en períodos anteriores	
Responsables: CAR, instituciones académicas, administraciones locales	
Monto: 3.500 UVT anual	**Plazo**: permanente (sin plazo definido)
Descripción: se realiza gestión institucional para que entidades académicas y otras financiadoras apoyen procesos de promoción del liderazgo a nivel local, con énfasis en procesos ambientales y ecológicos que hagan parte de la integración de un clúster de expertos de páramo provenientes de las mismas comunidades locales, de tal manera que se promueva el dialogo e intercambio de conocimientos técnicos y científicos.	

LÍNEA 4

4. ADMINISTRACIÓN DEL CAPITAL NATURAL

La implementación de tecnologías de punta y la realización de investigaciones sobre las especies identificadas en el territorio son claves para mejorar los procesos conservativos.

4.A. Promover la integración de investigaciones a escala nacional para la gestión del capital natural del territorio CAR.

Objetivos:

4.A.1. Crear y mantener una base de datos que de cuenta de un inventario integral del capital natural presente en el territorio CAR

4.A.2. Fomentar la creación de una red de control del capital natural

Acciones para el logro de estos objetivos:

4.A.1.a. Crear mecanismos para la recopilación de información sobre el capital natural desde las instituciones y demás partes interesadas.

4.A.1.b. Promover el uso de aplicaciones tecnológicas para alimentar la base de datos de capital natural y recibir información sobre el mismo.

4.A.2.a. Empoderar en la gestión del conocimiento, sobre el capital natural, a líderes comprometidos en e en el avance en investigaciones en los ecosistemas de páramo.

4.A.2.b. Implementar nodos de recepción y emisión de información científica actualizada y desarrollar aplicativos para retroalimentar el sistema de información sobre capital natural.

4 B. Apoyar los programas de formación ambiental en distintas zonas y localidades comprendidas en el territorio CAR

Objetivos:

4.B.1. Gestionar el apoyo a proyectos de formación ambiental desde diferentes etapas

4.B.2. Motivar la profundización en el estudio de los frailejones como especie en riesgo y priorizada para la sustentabilidad de los recursos naturales de los que derivan los servicios ecosistémicos.

Acciones para el logro de estos objetivos:

Realizar alianzas y convenios con las instituciones educativas y organizaciones de carácter ambiental para apoyar los procesos de formación ambiental.

Incorporar el conocimiento acumulado de la institución a las comunidades de manera sistemática

Apoyar las actividades motivacionales de las actitudes ambientalistas en las comunidades locales.

4 C. Mantener y preservar el material genético

Objetivos:

4.C.1. Implementar tecnologías y técnicas para el aislamiento y mantenimiento del material genético de los frailejones (contenido principalmente en semillas).

4.C.2. Difundir el conocimiento respecto a técnicas para la conservación de especies.

Acciones para el logro de estos objetivos:

4.C.1.a. Apoyar las actividades académicas y de centros especializados para desarrollar técnicas y adecuar tecnologías en el aislamiento de semillas y material genético de las especies en riesgo mayor.

4.C.1.b. Impulsar la adecuación de espacios especializados en la preservación del recurso genético de plantas de zonas de páramo, con capítulo especial en frailejones, con la disposición de escenarios para la contemplación de especies como contribución a la construcción de la cultura ambiental.

4.C.2.a. Apoyar la creación de espacios de instrucción sobre el aislamiento y mantenimiento de semillas y propagación de plantas, especialmente de frailejones.

4.C.2.b. Planificar jornadas territoriales de renaturalización de áreas transformadas.

COMPONENTE PROGRAMÁTICO

1. Programa o Proyecto: EMA: Escuela Móvil Ambiental	
Dirigido a Cumplimiento de Objetivos: 1E1, 1E2	
Resultados esperados: brindar apoyo en la alfabetización, educación, formación y culturización ambiental, a través de la ecopedagogía.	
Indicadores: número de asistentes a capacitaciones por período	
Responsables: CAR y Secretarías locales de ambiente	
Monto: 350 UVT año	**Plazo:** montaje 1 año
Descripción: Periódicamente se programan salidas de funcionarios que puedan apoyar los procesos de enseñanza ambiental en zonas de páramo junto a funcionarios de otras instituciones de gestión ambiental local.	

2. Programa o Proyecto: Banco de germoplasma	
Resultados esperados: lograr la preservación del recurso genético en espacios adecuados	
Indicadores: cantidad de material acumulado por número de especies en territorio	
Responsables: Ministerio de Ambiente, CAR, Secretarías de Ambiente	
Monto: 12.000 UVT (cofinanciación)	**Plazo:** 3 años montaje, funcionamiento permanente.
Descripción: organización de un espacio, preferiblemente *in situ*, para almacenar, preservar y mantener semillas y otros recursos genéticos de las especies en riesgo en la jurisdicción CAR.	

LÍNEAS TRANSVERSALES

LINEA 5

5 MONITOREO Y COMUNICACIÓN DE LA GESTIÓN

Objetivos:

1. realizar el control permanente de la gestión interinstitucional de la gestión realizada para la conservación de especies de frailejones en el territorio CAR.

2. Mantener medios informativos y de comunicación de la gestión en procura de la

coservación de las especies de frailejones en el territorio CAR.

Acciones para el logro de estos objetivos:

Establecer sistemas de verificación y control de la gestión institucional que incluyan indicadores efectivos.

Protocolizar las formas de comunicación de la gestión realizada en procura de la conservación de las especies de frailejones en el territorio

Establecer una mesa de conocimientos y seguimiento en torno a las acciones

MARCO PROGRAMÁTICO

Programa o Proyecto: PERES - Proyector de Escenarios Resultantes	
Resultados esperados: determinar permanentemente los efectos de acciones de gestión del territorio con respecto a la conservación de las especies amenazadas.	
Indicadores: variación del riesgo para especies amenazadas en las áreas gestionadas	
Responsables: CAR, Ministerio de Ambiente, ANLA	
Monto: 1.000 UVT año	**Plazo:** para montaje 1 año
Descripción: Recibir información de monitoreo permanente que hagan los investigadores, funcionarios, pobladores y otros participantes respecto al estado de las especies de frailejones después de implementar los niveles de gestión territorial como restricción de uso de áreas, protección de áreas, preservación de áreas, rehabilitación de áreas, recuperación de áreas y procesos asociados, y modelar la expansión o retracción de las especies en el territorio.	

LÍNEA 6

6 SOSTENIBILIDAD DEL PLAN

Objetivos:

1. Establecer las metodologías estratégicas para sostener procedimentalmente el plan de conservación y manejo de las especies.

2. Planificar los aspectos económicos y financieros del plan para lograr la sostenibilidad del mismo.

Acciones para el logro de estos objetivos:

Adecuar el plan de Conservación y manejo para asimilarlo estructuralemente a los sistemas de gestión estandarizados

Identificar permanentemente las fuentes de financiación nacionales e internacionales.

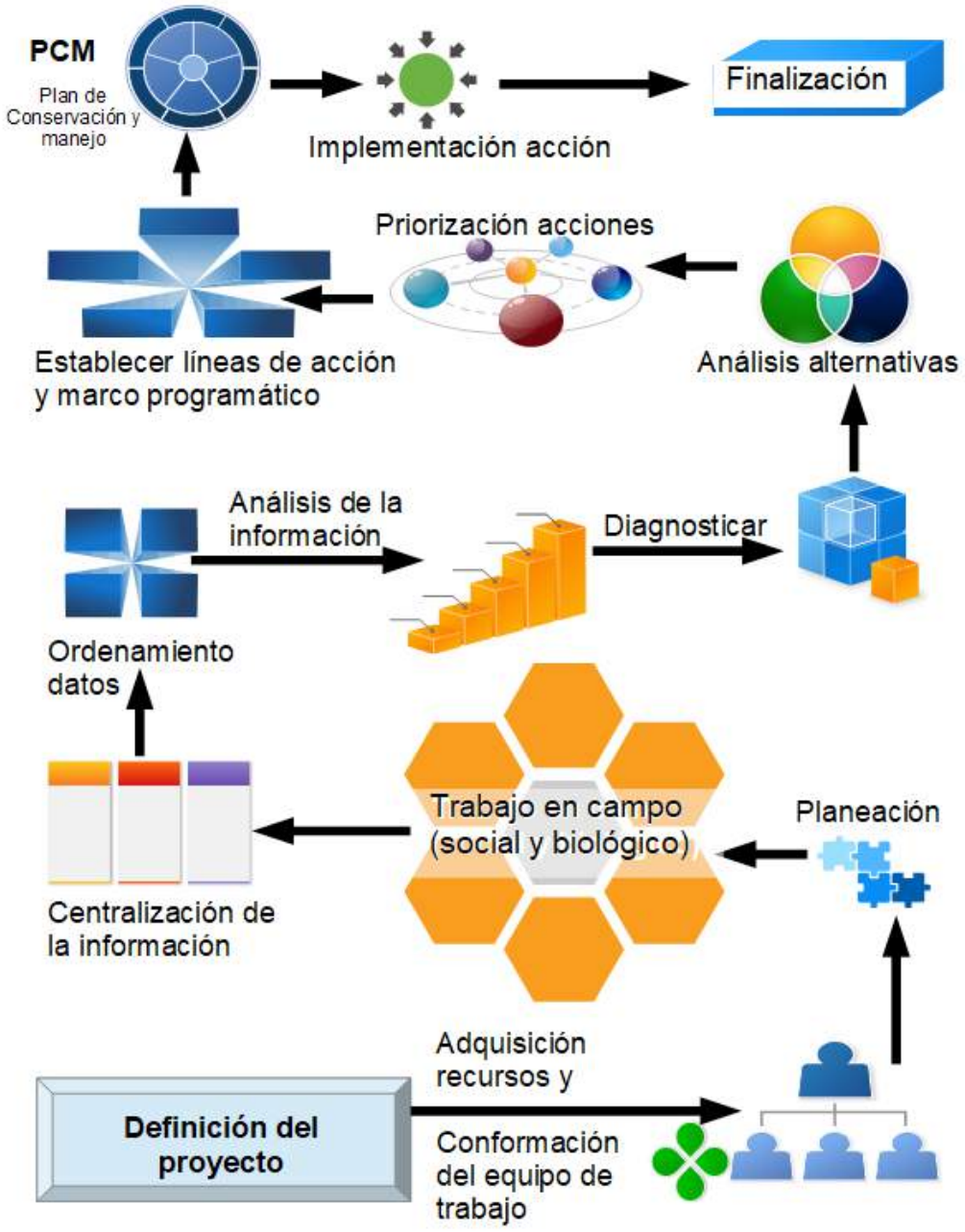
Categorizar las fuentes de financiación y priorizarlas por escalas de viabilidad y gestionarlas para colocarlas en la ejecución de las líneas programáticas de este plan de conservación y manejo

A continuación se presenta de manera sintética la propuesta de desarrollo del plan de conservación y manejo para que sea sostenible y se proponen las entidades participantes y el origen de los fondos requeridos

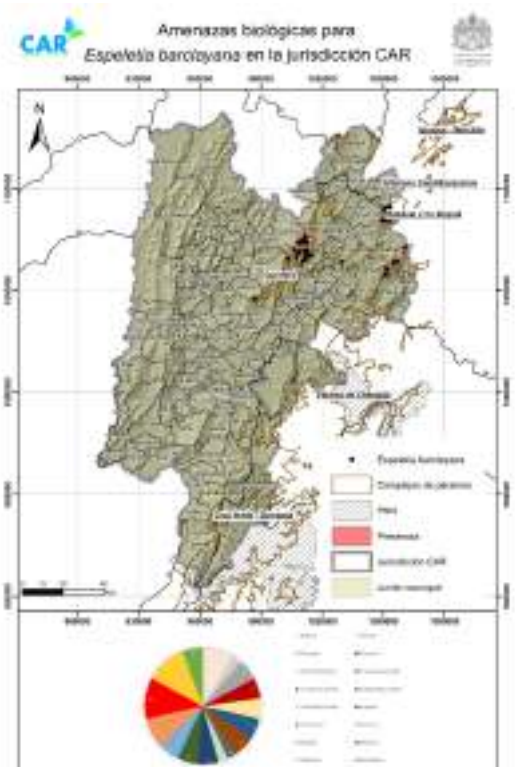
Tabla 42. Esquema propuesto para la ejecución del plan de conservación y manejo de las especies de frailejones.

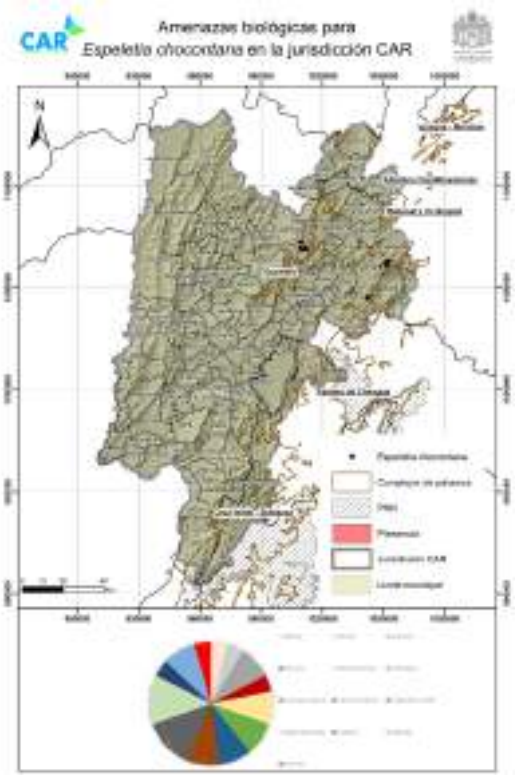
Línea	Proyecto/ programa	Costos anuales en UVT y gestión de la financiación				Nivel de prioridad
		año	Forma de financiación	Financiación al final del primer quinquenio	Financiación al final de la primera década	
1	1.1 OBACI	600	Gestión ante entidades gubernamentales	Aportes inter-institucionales	Fondo propio	2
	1.2 Red ComunyCAR	2.250	CAR	CAR y autoridades locales	CAR y autoridades locales	1
	1.3 BanCAR	700	Ministerio de ambiente y, CAR	Minambiente, CAR, ONG's	Fondo propio	2
2	2.1 MATER	1.000	CAR, Ministerio de Ambiente	Ministerio de Ambiente, Secretarías ambiente locales, CAR	Autoridades ambientales locales	3
3	3.1 MAFE	350	CAR, Ministerio de Ambiente	ESP's, financiación internacional, CAR, instituciones académicas	Fondo Propio	1
	3.2 ALAS	3.500	Financiación internacional que promueva el liderazgo	Fondos nacionales de fomento, ONG's, CAR	Programas especiales de fomento al liderazgo	2
4	4.1 EMA	350	Financiación internacional para la educación ambientlal	Fondos para la educación nacional, Mineducación, secretarías locales de educación	Fondos locales de educación	1
	4.2 BAGE	12.000	Ministerio de Ambiente, CAR, Herbarios y Jardín Botánico	Financiación por convenios inter-institucionales y transnacionales	Fondo propio	3
5	5.1 PERES	1.000	CAR, MinambienteANLA, ESP	CAR, Minambiente ANLA, ESP	CAR, MinambienteANLA, ESP	1

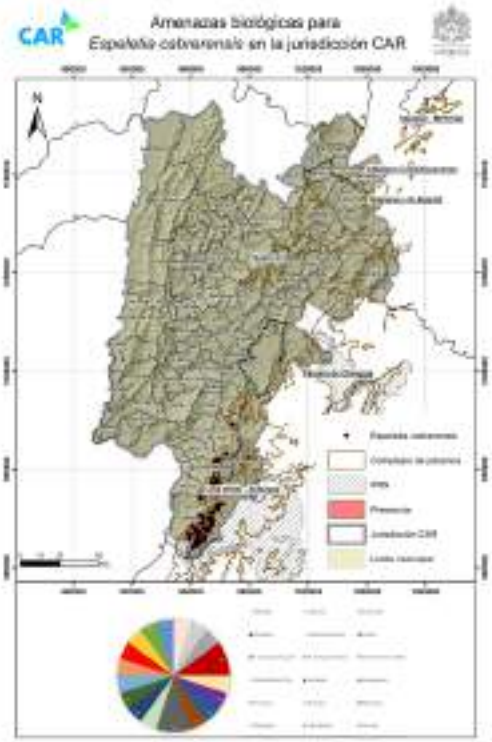
Síntesis gráfica del proyecto

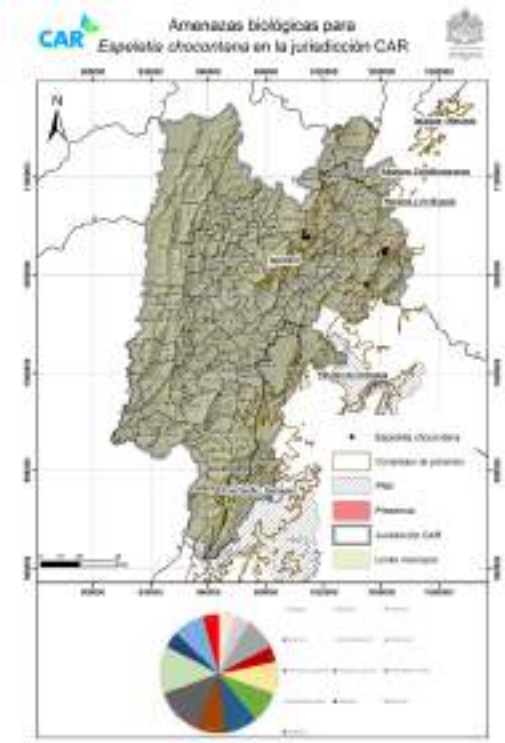


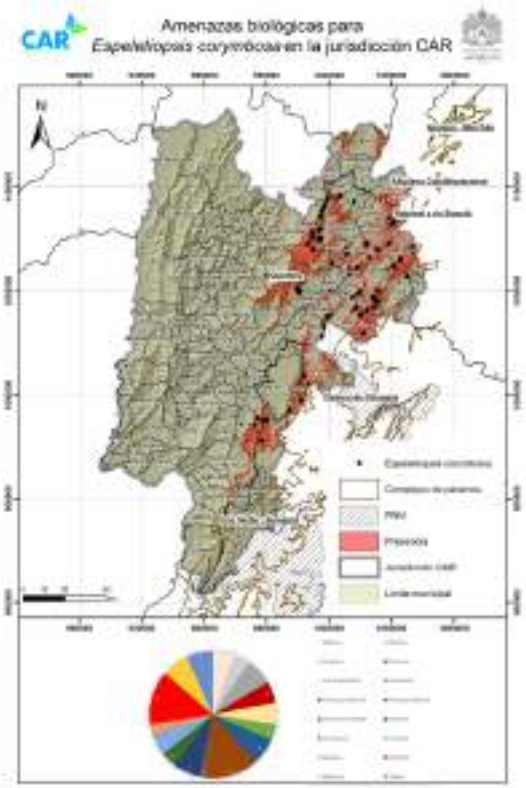
Enseguida se presentan las salidas cartográficas que permiten evidenciar las amenazas biológicas (síntomas de afectación), para cada una de las especies encontradas en el territorio CAR.

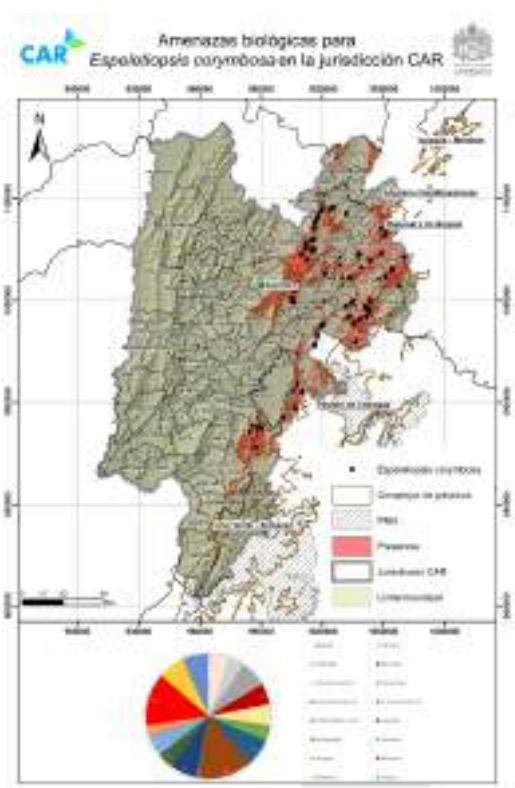


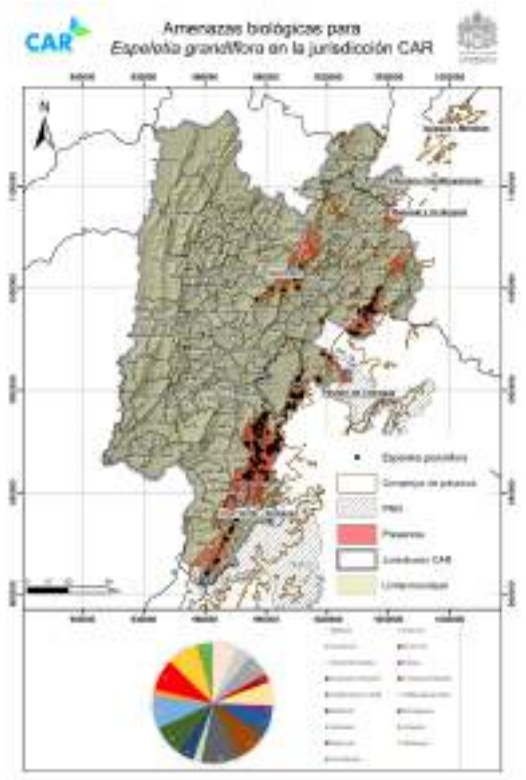


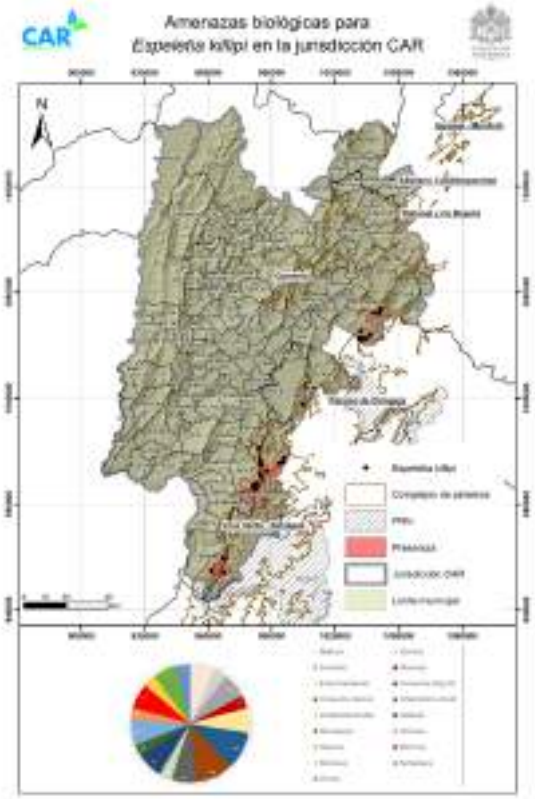


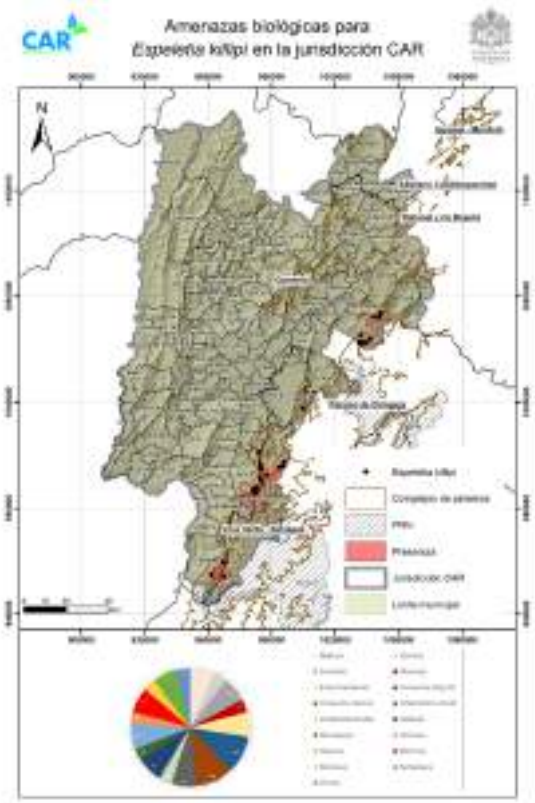


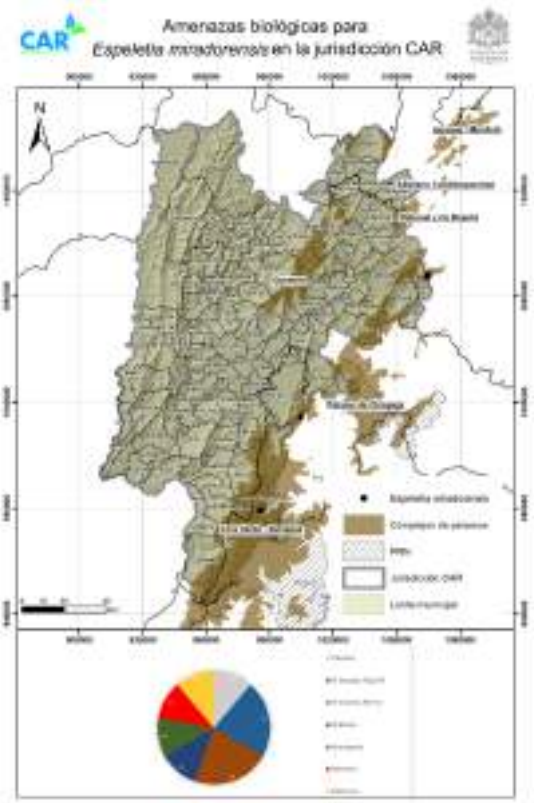

CAR
Amenazas biológicas para
Espeletiopsis corymbosa en la jurisdicción CAR
N

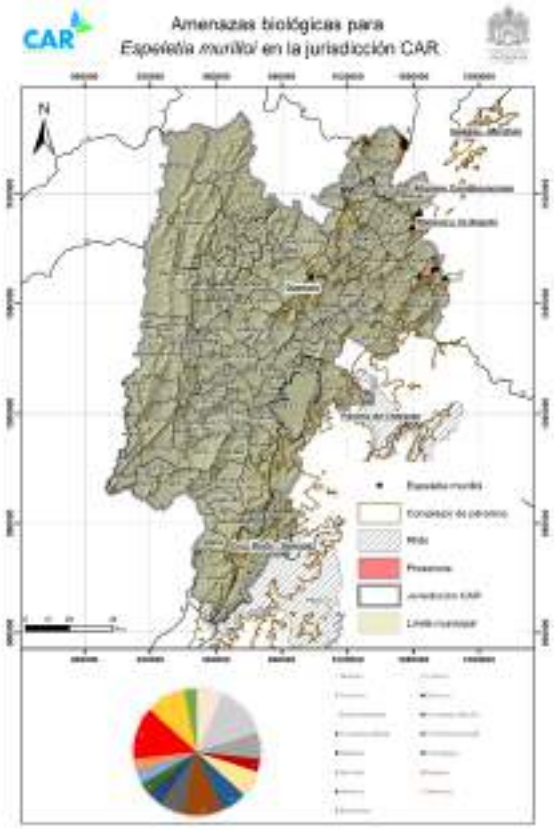

CAR
Amenazas biológicas para
Espeletopsis corymbosa en la jurisdicción CAR
N

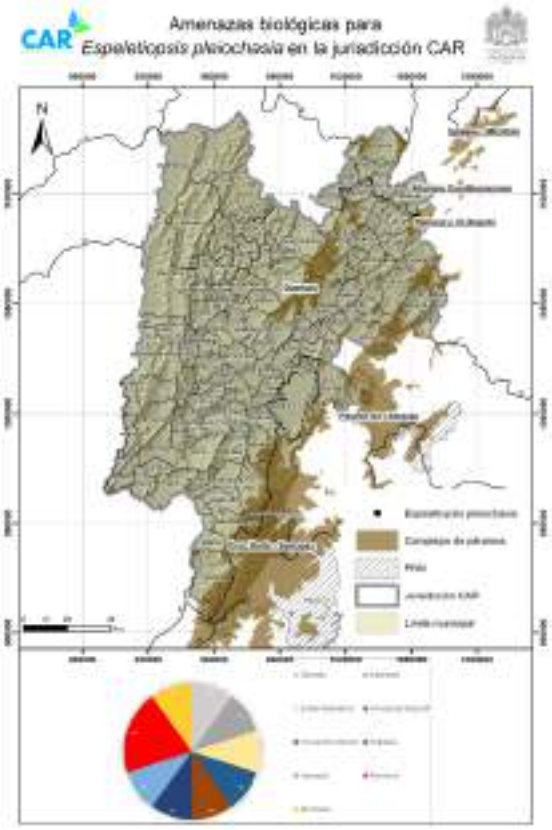

CAR
Amenazas biológicas para
Espeletia grandiflora en la jurisdicción CAR
N

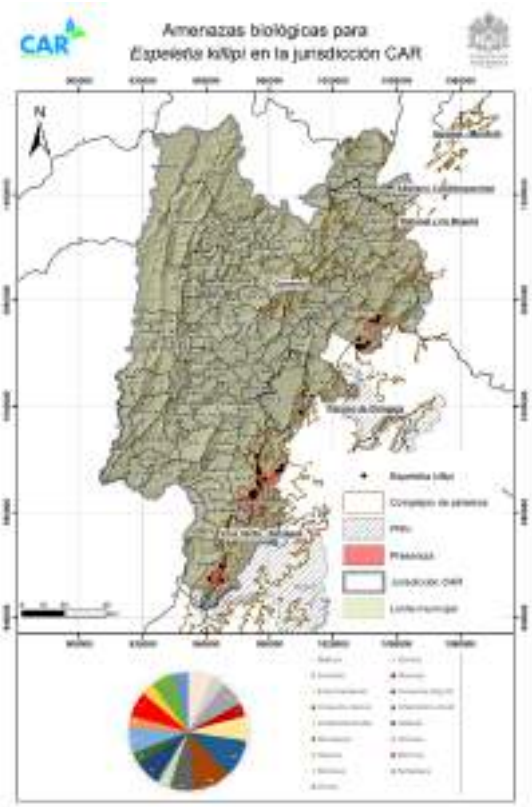

CAR
Amenazas biológicas para
Espeletia killipi en la jurisdicción CAR
N

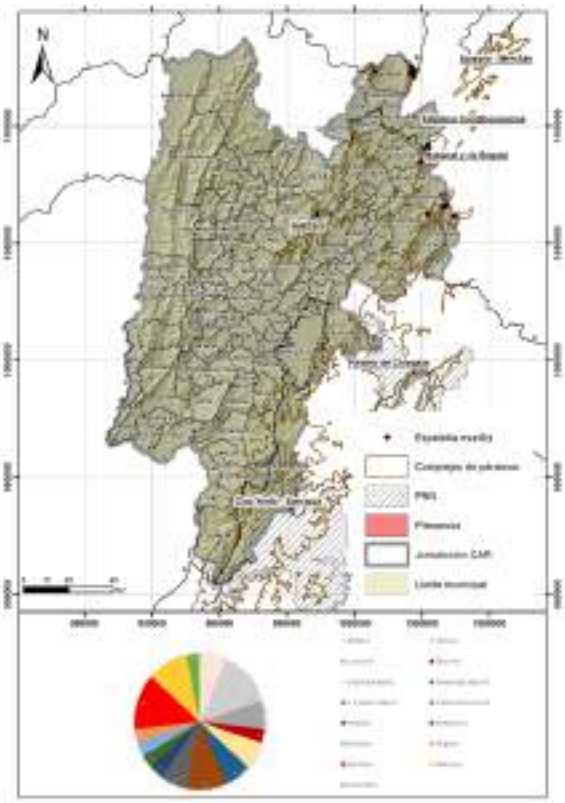

CAR
Amenazas biológicas para
Espeletia kalipi en la jurisdicción CAR
N

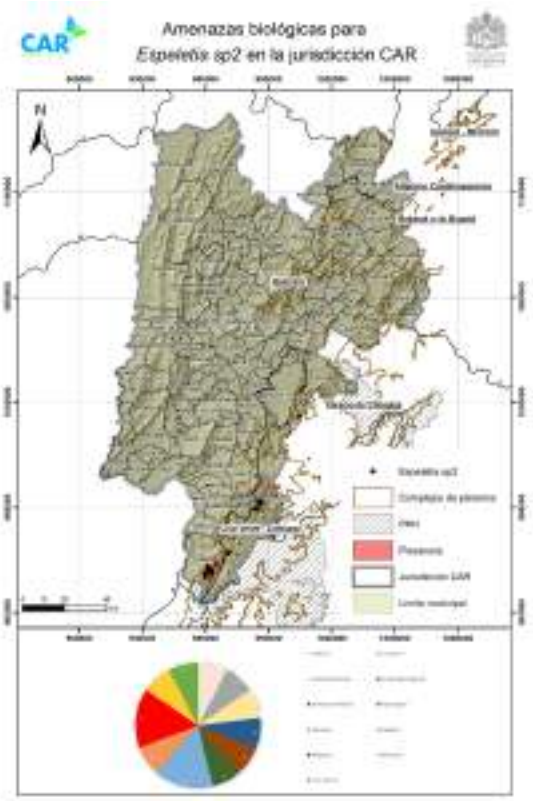

CAR
Amenazas biológicas para
Espeletia miradorensis en la jurisdicción CAR
N


CAR
Amenazas biológicas para
Espeletia murillo en la jurisdicción CAR
N

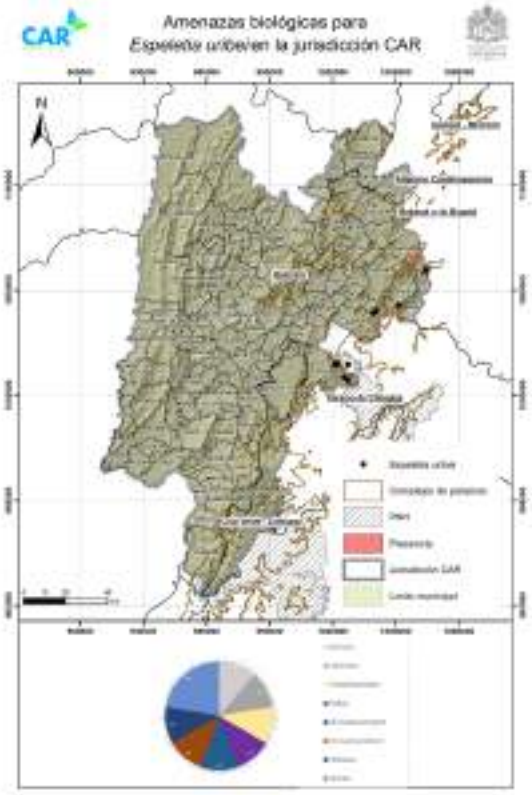

CAR
Amenazas biológicas para
Espeletiopsis pleiochasia en la jurisdicción CAR
N

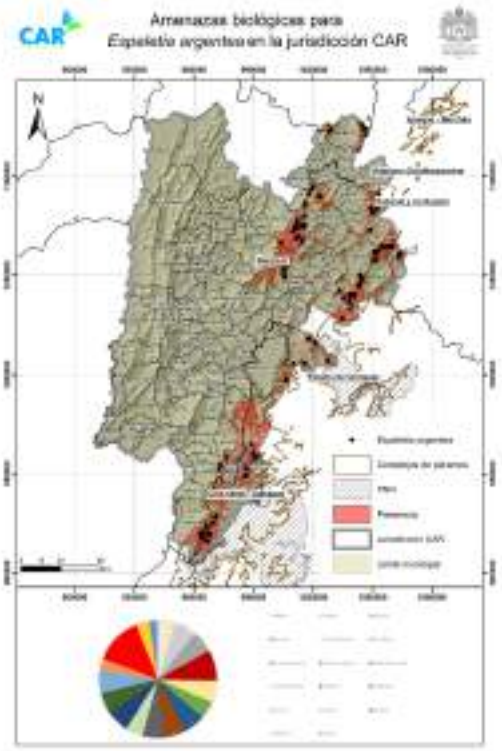

CAR
Amenazas biológicas para
Espeletia kalipi en la jurisdicción CAR
N


N

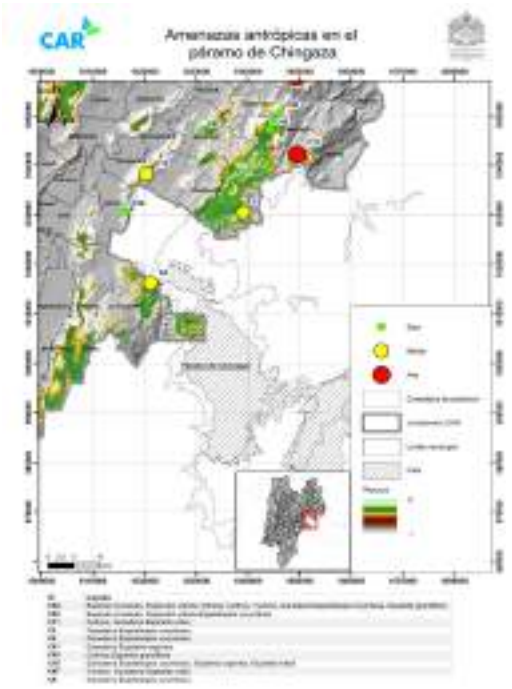

CAR
Amenazas biológicas para
Espeletia sp2 en la jurisdicción CAR
N

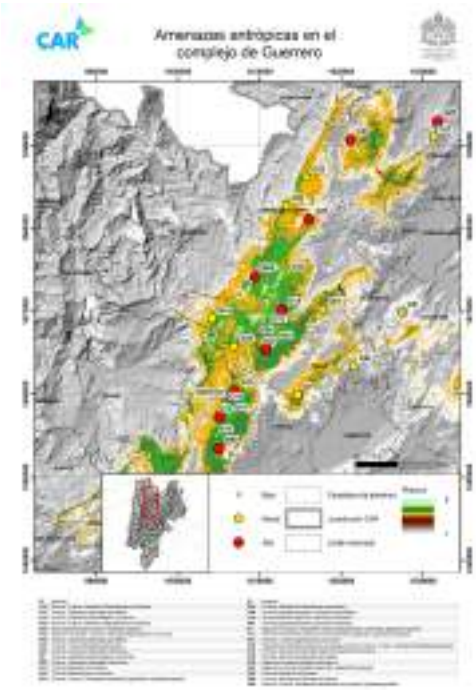
CAR
Amenazas biológicas para
Espeletia summapacis en la jurisdicción CAR
N

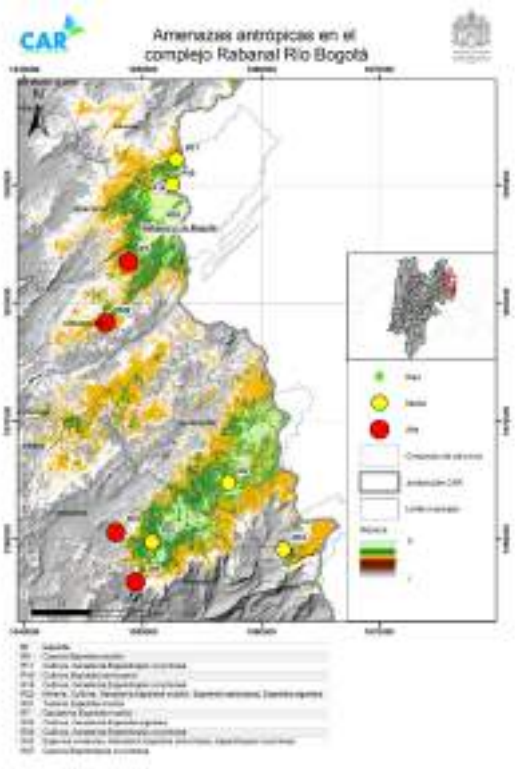


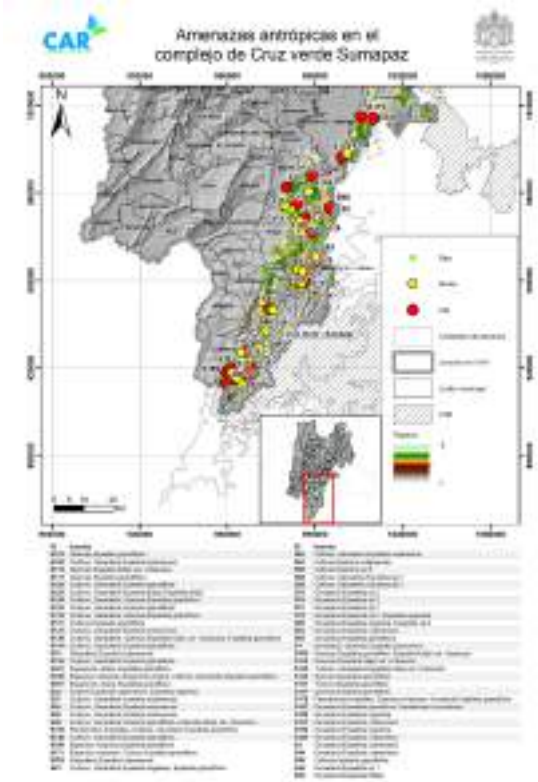


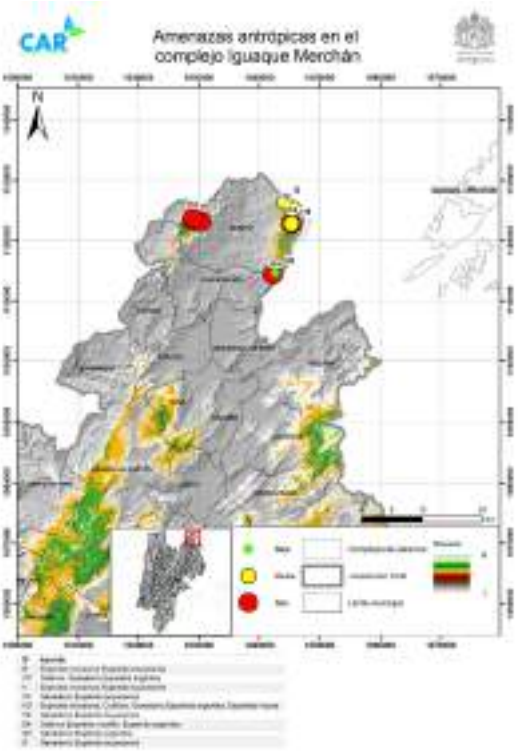
A continuación se presentan las salidas cartográficas que permiten evidenciar las amenazas antrópicas y su grado de amenaza, para cada una de las especies encontradas en el territorio CAR.



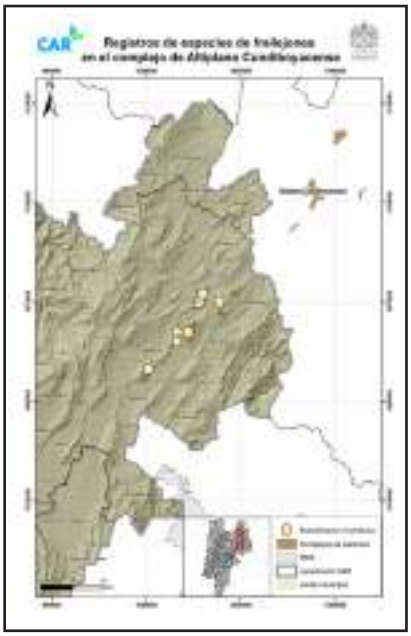


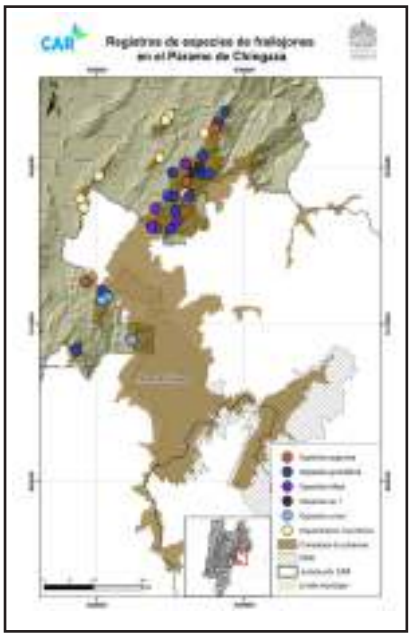

CAR
Amenazas antrópicas en el complejo Rabanal Río Bogotá

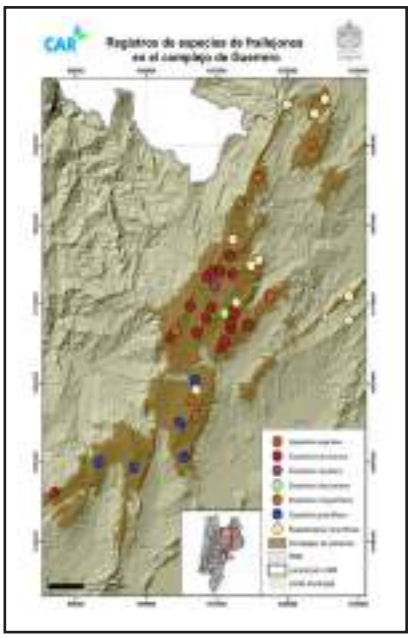

CAR
Amenazas antrópicas en el complejo de Cruz verde Sumapaz

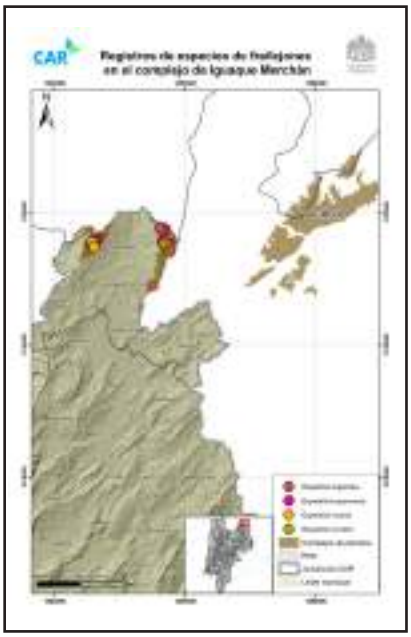

CAR
Amenazas antrópicas en el complejo Iguaque Merchán

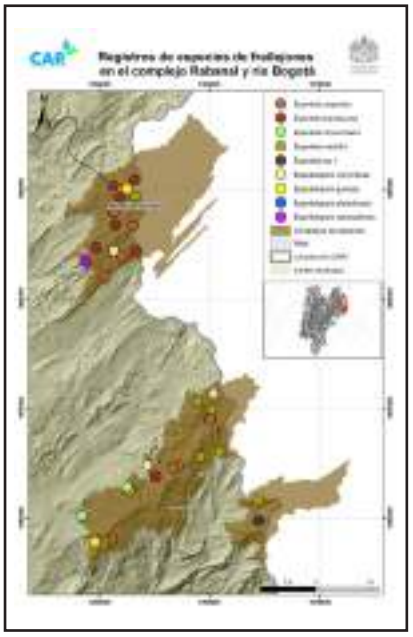
Los mapas que evidencia la riqueza de especies de frailejones en los seis complejos de páramo, siendo los más ricos los de Rabanal-río Bogotá y Cruz Verde-Sumapaz.

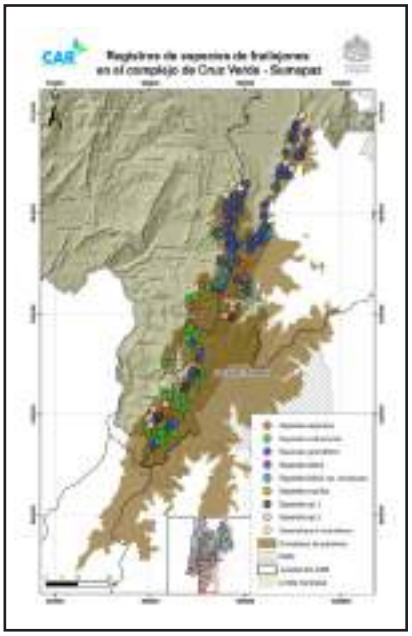












GLOSARIO

- **Agentes abióticos:** sin vida. La parte abiótica de un ecosistema comprende: suelo, rocas, agua y atmósfera (Audesirk, *et al.*, 2013).
- **Agentes bióticos:** viviente, que tiene vida (Audesirk, *et al.*, 2013).
- **Elevación:** es la distancia vertical con respecto al nivel del mar (nivel 0). Se mide en metros sobre el nivel del mar y se abrevia msnm (Vásquez & Buitrago, 2011).
- **Amenaza natural o socio-natural:** la probabilidad de ocurrencia en el futuro de un evento natural o socio-natural potencialmente peligroso. Significa en el caso de las amenazas socio-naturales la transformación de un recurso natural en un elemento de peligro potencial (Lavell, 2010).
- **Arbustal:** Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, pero que puede presentar elementos arbóreos dispersos cuya cubierta representa más del 70% del área total de la unidad (Instituto de hidrologia, meteorología y estudios ambientales - IDEAM, 2010).
- **Aspecto ambiental:** se refiere a un elemento de una actividad, producto o servicio de una organización que interactúa con el medio ambiente (Gutierrez & Sánchez, 2009).
- **Biodiversidad:** diversidad de los seres vivos. Se mide como la variedad de las especies o variedad de comunidades y entornos inertes de un ecosistema o de toda la biosfera (Audesirk, *et al.,* 2013).
- **Bioma:** región de la Tierra que se diferencia por su vegetación característica. Categorías de sistemas ecológicos característicos que incluyen tanto la vida vegetal como la animal, aunque se clasifican por la comunidad vegetal (Curtis H. & Massarini, 2008).
- **Biósfera:** parte de la tierra habitada por organismos vivos; incluye tanto factores bióticos como abióticos (Audesirk, *et al.*, 2013).
- **Bosque altoandino:** se encuentra entre los 2.800 y los 3.200 m.s.n.m. y en Colombia es más abundante en la cordillera Central. Su temperatura varía entre los 8 y 13º C, aproximadamente. Su vegetación puede alcanzar una altura de 8 a 20 metros con un estrato de árboles más pequeños y arbustos entre 3 y 10 metros de altura (Vásquez & Buitrago, 2011).
- **Cambio climático:** variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables". La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2013).
- **Caracteres taxonómicos:** los caracteres taxonómicos son atributos de los organismos que permiten distinguir los miembros de un taxón de los de otro taxón. También se definen como atributos heredables cuya variación permite diferenciar grupos o taxones. El trabajo sistemático depende de la habilidad para reconocer y analizar los caracteres (Mayr & Ashlock, 1991).
- **Cartografía:** consiste en la representación, lo más exacta posible, de parte o toda la superficie de la Tierra u otro cuerpo celeste sobre un mapa. Es la ciencia que estudia los mapas (Centro internacional de Agricultura Tropical, 2007).
- **Chuscal:** cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada Chusquea tessellata en forma natural en diferentes densidades y sustratos (Rivera & Rodríguez, 2011).
- **Clima:** formas de tiempo atmosférico que prevalecen largos periodos (de años a siglos) en una región (Audesirk, *et al.,* 2013).
- **Conservación:** gestión de la sucesión - regresión de los ecosistemas (Castillo, 2005).
- **Contaminación o degradación ambiental:** el proceso de reducción en la calidad, productividad natural y social, y la sostenibilidad del medio ambiente natural y los recursos que ofrece, debido

a diversos procesos de intervención y explotación humana (Lavell, 2010).

- **Deforestación**: tala excesiva de los ecosistemas. En los últimos años, la deforestación ha ocurrido principalmente en bosques tropicales, para crear espacio para la agricultura (Audesirk, *et al.*, 2013).
- **Distribución de especies:** el área de distribución geográfica, entendida como el lugar donde una especie puede ser localizada, es un atributo difícil de estimar (Grinnell, 1917). Si bien, desde los primeros naturalistas de la época antigua se reconoció que existía variación de las condiciones ambientales en las que habitaban determinados grupos taxonómicos, fue hasta las primeras expediciones del siglo XVII que se evidenció una discontinuidad en la distribución de las especies a lo largo del planeta y se enfatizó en reconocer las limitantes para su dispersión (Arroyo, Carrión, Hampe, & Jordano, 2004).
- **Disturbio:** eventos de desplazamiento o muerte de muchos miembros de una especie o varias (Vásquez & Buitrago, 2011).
- **Educación ambiental**: política que antepone la educación como procedimiento para remediar los problemas ambientales (Castillo, 2005).
- **Ecosistema:** el término "ecosistema" fue acuñado por Tansley en 1935 como el "complejo de organismos junto con los factores físicos de su medio ambiente" en un lugar determinado, y propuesto además como una de las unidades básica de la naturaleza. Desde su planteamiento, Tansley resaltó la idea de ecosistema como "unidad básica de la naturaleza". Algunos años después se refirió al ecosistema como una entidad reconocible autocontenida (Willis, 1997).
- **Endémico:** es una especie que sólo se encuentra en un lugar específico del planeta (Vásquez & Buitrago, 2011).
- **Escorrentía:** es la parte de la lluvia que fluye por gravedad por la superficie del terreno hacia cuerpos de agua, ya sean ríos, quebradas, lagunas, entre otros (de la Lanza, Cáceres, Hernández, & Adame, 1999).
- **Estructura poblacional:** se denomina estructura de la población a la clasificación de los componentes de una determinada población atendiendo a diferentes variables. Variables como la estimación, el análisis de parámetros, el tamaño poblacional, la proporción de sexos, la estructura de edades, las tasas de crecimiento, (natalidad y mortalidad), el patrón espacial, entre otros, son aspectos básicos para conservar, aprovechar o controlar una población; esta estructura de tamaños y/o edades de árboles puede representarse mediante histogramas. Los individuos de una población no son todos iguales; tienen diferentes edades, tamaños, sexo. Las proporciones numéricas entre individuos de distintos tipos dan una idea de algunas características dinámicas de la población; por ejemplo, se podría pensar que una población con gran número de organismos jóvenes es una población con más probabilidad de expansión en el futuro, con mayor capacidad de dispersión o con una mayor necesidad de recursos alimentarios (Malacaiza, 2013).
- **Extinción:** muerte de todos los miembros de una especie (Audesirk, *et al.,* 2013).
- **Fauna:** conjunto de organismos vivos de especies animales terrestres y acuáticas, que no han sido objeto de domesticación, mejoramiento genético, cría regular o que han regresado a su estado salvaje (Ministerio de Ambiente, 2000).
- **Flora:** conjunto de organismos vegetales de un sitio determinado (Sarmiento, 2001).
- **Frailejón:** los frailejones (subtribu Espeletiinae, Asteraceae) son posiblemente las plantas más representativas de los páramos colombianos, y cumplen un rol fundamental en el sostenimiento de estos. En el país se han reportado 88 de las 144 especies conocidas, y 7 de los 8 géneros de la subtribu (Catalogador de Información Biológica - IAvH, 2018).
- **Frailejonal:** estructura vegetativa principal de las zonas de paramo, conformada por plantas del género Espeletia, conocidas también como frailejones (Otero, Mosquera, Silva, & Guzmán, 2001).
- **Geomorfología:** ciencia que estudia el relieve terrestre: su estructura, origen, historia y dinámica actual (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2018).
- **Georreferenciación:** uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial. Todos los elementos de una capa de mapa tienen una ubicación geográfica y una extensión específicas que permiten situarlos en la superficie de la Tierra o cerca de ella (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2018).
- **Hábitat:** [Lat. habitare, vivir en]: lugar en el que pueden encontrarse habitualmente los individuos de una especie determinada (Curtis H. & Massarini, 2008).
- **Herbazal:** Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en

diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación) (Instituto de hidrologia, meteorología y estudios ambientales - IDEAM, 2010).

- **Impacto ambiental:** Es el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspectos. También es la alteración de la línea de base (medio ambiente), debido a la acción antrópica o a eventos naturales (Gutierrez & Sánchez, 2009).
- **Incidencia:** es el número de plantas con individuos de la plaga o visiblemente enfermas, sobre el total de plantas evaluadas. Es decir que la incidencia es la proporción (o el porcentaje) de individuos de una población que manifiestan la enfermedad dentro del total de una población en un tiempo definido (Nutter FW, 2001). La incidencia medida como proporción también indica la probabilidad de que un individuo de la población resulte afectado por la enfermedad (Ruiz, Gómez, & Londoño, 2001).
- **Inclusión:** integrar a todas las personas de una sociedad, con el fin de que cada una pueda participar y contribuir en la misma sociedad y poder beneficiarse (Arizabaleta & Ochoa, 2016).
- Infiltración: Se refiere a la entrada del agua de la superficie al suelo. Penetración descendente del agua en el suelo (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2018).
- **Invertebrado:** animal que carece de columna vertebral (Audesirk, *et al.,* 2013).
- **Morbilidad:** Cantidad de individuos enfermos o afectados (Suescún, 2000).
- **Mortalidad:** es la proporción de seres vivos que se enferman en un sitio y tiempo determinado (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2018).
- **Nicho ecológico:** conjunto particular de factores ambientales y bióticos con los que interactúa una población determinada en la comunidad de la cual forma parte (Curtis H. & Massarini, 2008).
- **Pantano:** Anteriormente lagunas, que se encuentran en vía de sedimentación por la aceleración del escurrimiento superficial, relacionada con la transformación de vegetación y los usos del suelo (Rivera & Rodríguez, 2011).
- **Páramo:** el termino paramo, que significa "llanos" fue introducido en América del Sur por los españoles quienes en época de la conquista llamaban "Paramera", a las desérticas mesetas de Castilla, en oposición a las regiones fértiles más bajas. Quizá este mismo contraste entre las verdes selvas de los valles y las partes altas de las montañas desprovistas de árboles, fue 10 que llevó a los conquistadores a usar el término "paramo" en nuestro medio (Vareschi, 1970). Los páramos son extensas áreas de territorio abierto con una topografía, en la mayoría de los casos suavemente ondulada; caracterizados por una cubierta vegetal xeromórfica, principalmente herbácea con algunos arbustos pequeños, y ocasionalmente formaciones boscosas que arraigan de manera discontinua en sitios que responden a condiciones eco climáticas particulares (Velásquez, 1999).
- **Patógeno:** organismo (o toxina) capaz de producir una enfermedad (Audesirk, *et al.,* 2013).
- Perturbación: suceso que trastorna un ecosistema al alterar su comunidad o su estructura biótica. La perturbación precede a la sucesión (Audesirk, *et al.*, 2013).
- **Población:** conjunto de organismos de una especie en un ecosistema que se encuentran en el mismo tiempo y lugar y que de hecho se reproducen o tienen la posibilidad de hacerlo (Audesirk, *et al*., 2013).
- **Precipitación:** caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie terrestre. La precipitación forma parte del ciclo del agua que mantiene el equilibrio y sustento de todos los ecosistemas (de la Lanza, Cáceres, Hernández, & Adame, 1999).
- **Prospectiva:** identificación de un futuro probable y de un futuro deseable, diferente de la fatalidad y que depende únicamente del conocimiento que tenemos sobre las acciones que el hombre quisiera comprender. (Mojica, 1991)
- **Resiliencia:** capacidad de superar eventos adversos, y ser capaz de tener un desarrollo exitoso a pesar de las circunstancias muy adversas (Becoña, 2006).
- **Resistencia ambiental:** factor que tiende a contrarrestar el potencial biótico, lo que limita el crecimiento de las poblaciones y su tamaño (Audesirk, *et al.,* 2013).
- **Riesgo:** probabilidad de pérdidas y daños al futuro (Lavell, 2010). El riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad (Congreso, Ley 1523 de 2012)
- **Servicios ecosistémicos:** proceso por el cual los ecosistemas naturales y sus comunidades vivas sostienen y satisfacen la vida humana. Los servicios de los ecosistemas son purificar el aire y el agua, reabastecer el oxígeno, polinizar las plantas, reducir las inundaciones, proporcionar un hábitat para la fauna, y muchos otros más (Audesirk, *et al.*, 2013).

- **Severidad:** estimación del grado de infección o daño que sufre un individuo por una enfermedad. En plantas se estima sobre la base de la cantidad de tejido vegetal con signos o síntomas de enfermedad.
- **Sistemas agroforestales:** Zonas ocupadas por arreglos o combinaciones de cultivos de diferentes especies, con otros de hábitos herbáceos, arbustivos y arbóreos, donde la característica principal de la cobertura es que el aumento en el detalle no implica la subdivisión en unidades puras, porque éstas se encuentran combinadas en la misma área, alternadas por surcos o hileras de árboles con cultivos o de árboles con pastos (Instituto de hidrologia, meteorología y estudios ambientales - IDEAM, 2010).
- **SPIGAT:** Sigla utilizada dentro del proceso de estudio e identificación de las partes interesadas en zonas de páramos. Significa: Sistema Social de Partes Interesadas que Impactan por su Gestión o Acción en un Territorio
- **Subpáramo o páramo bajo:** localizado aproximadamente a partir de 2.800 metros de elevación (Leyva, 2001), definen el ecotono como transiciones entre comunidades diferentes a lo largo de cambios en los gradientes ambientales compuestos por fronteras más o menos conspicuas (Rivera & Rodríguez, 2011).
- **Suelo de turbera:** Son terrenos bajos de tipo pantanoso, de textura esponjosa, cuyo suelo está compuesto principalmente por musgos y materias vegetales descompuestas. Se encuentran frecuentemente en áreas andinas en terrenos situados por encima de los 3.200 m.s.n.m. (Instituto de hidrologia, meteorología y estudios ambientales - IDEAM, 2010).
- **Suelo humífero:** suelos que ya cuentan con material orgánico descompuesto (Instituto de hidrologia, meteorología y estudios ambientales - IDEAM, 2010).
- **Suelo pedregoso:** son terrenos constituidos principalmente por suelos con rocas y piedras pequeñas, por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de arbustal baja (Instituto de hidrologia, meteorología y estudios ambientales - IDEAM, 2010).
- **Territorialidad:** defensa de una zona en la que se encuentran recursos importantes (Audesirk, *et al.*, 2013).
- **Tiempo atmosférico:** fluctuaciones breves de la temperatura, humedad, nubosidad, viento y precipitación en una región que duran horas o días (Audesirk, *et al.*, 2013).
- **Topografía**: Conjunto de características que presenta la superficie o el relieve de un terreno (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2018).
- Vertebrado: animal que tiene columna vertebral (Audesirk, *et al.,* 2013).
- **Vulnerabilidad:** La susceptibilidad o propensión de los seres humanos, sus medios de vida, ecosistemas y elementos de soporte infraestructural de sufrir daño y pérdida al ser impactado por eventos físicos determinados, y de encontrar dificultades en la recuperación (Lavell, 2010). Susceptibilidad o fragilidad física. (Congreso, Ley 1523 de 2012).

BIBLIOGRAFÍA

- Altsjor, O., Varela, A., Cifuentes, J. Diferentes tipos de afectación presentes en frailejones (Páramos de Cruz Verde, Chingaza y Sumapaz). (en prep.)
- Álvarez-Gayou, J. (2003). Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología. México, D. F. México. Editorial Paidós Mexicana.
- Arroyo, J., Carrión, J., Hampe, A., Jordano, P. (2004). La distribución de las especies a diferentes escalas. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Audesirk, T., Audesirk, G., Byers, B. (2013). Biología: La vida en la tierra con fisiología. México: Pearson. 1004p
- Auditoría General de la República. (2018). Bogotá, Colombia. Acta 05 de agosto de 2018.
- Avellaneda-Torres, L. M., Torres-Rojas, E. (2015). Biodiversidad de grupos funcionales de microorganismos asociados a suelos bajo cultivo de papa, ganadería y páramo en el Parque Nacional Natural de Los Nevados, Colombia. Bogotá, Colombia. Biota Colombiana, vol. 16, núm. 1, enero-junio, 2015, pp. 78-87.
- Avendaño, C., William R. (2013). Un modelo pedagógico para la educación ambienta desde la perspectiva de la modificabilidad estructural cognitiva.. Manizales, Colombia. Revista Luna Azul, núm. 36, enero-junio, 2013, pp. 110-133. Universidad de Caldas
- Becoña, E. (2006). Resiliencia: Definición, características y utilidad del concepto. España. Revista de psicopatología y psicología clínica. Asociación Española de Psicología
- Benavides-MartÌnez, I. F. (2007). Efecto del gradiente elevacióninal sobre aspectos autoecológicos de Espeletia pycnophylla ssp. Cuatrec. (asteraceae) en el páramo el infiernillo (Nariño, Colombia). Medellin, Colombia . Actual Biol 29 (86): 41-53. Instituto de Biología, Universidad de Antioquia.
- Berdegué, J., Ocampo, A., Escobar, G. (2007). Sistematización de experiencias locales de desarrollo rural. Guía metodológica. Fidamérica y Preval.
- Bermúdez, Ch.E., Arenas, N.E., Moreno Melo, V. (2017). Caracterización socio-económica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz, Colombia. Dificultades técnicas ganadería Sumapaz. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 20(1): 199-208.
- Betambiental. (2000) Estudio De Impacto Ambiental Para La Ampliación Del Sistema Chingaza. Empresa De Acueducto Y Alcantarillado De Bogotá. Bogotá, D.C. Colombia
- Buitrago, S., Vanegas, L., Ramos, C. (2015). Pérdida de pubescencia foliar y sus efec-tos fisiológicos en Espeletia paipana (As-terales, Asteraceae), en el departamento de Boyacá-Colombia. San José, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 63 (3): 845-858., September 2015. Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca.
- Cabrera, M., Ramírez, W. (2014). 1.1 Los páramos origen y componentes. In: Restauración ecológica de los páramos de Colombia Transformación y herramientas para su conservación (eds. Cabrera, M. & Ramírez, W.). Bogota, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogota, Colombia, pp. 19–20.
- Calderón, E., Galeano, G., Garcia, N. (2005). Libro Rojo de plantas de Colombia Volumen 2 Palmas, frailejones y zamias. Bogota, Colombia. Retrieved from http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MMA-0459-V2/MMA-0459-V2.pdf
- Castaño, C. (1996). El hombre y el continum del Páramo. En: El Páramo un Ecosistema a Proteger. Editor: Bogotá. 17-36p.
- Castillo, F. (2005). Biotecnología ambiental. Madrid, España. Editorial Tébar. 616 p.
- Catalogador de Información Biológica - IAvH. (2018). Frailejones de Colombia. Obtenido de http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=rrbb_colombia_espeletias_2017
- Cavelier J., J.L. Machado, D. Valencia, J. Montoya, A. Laignelet, A. Hurtado, A. Varela and C. Mejía. 1992. Leaf Demography and Growth Rates of Espeletia barclayana Cuatrec. (Compositae), a Caulescent Rosette in a Colombian Paramo. Biotropica 24(1):52-63.
- Centro internacional de Agricultura Tropical. (2007). Mejora de los sistemas de cartografía del territorio colombiano. Rioacha: Bogotá, D.C., Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.
- Chaudoir, le Baron de (1878) Révision des genres *Onychopterygia, Dicranoncus* et *Colpodes*. Annales de la Société Entomologique de France (5 série) 8:275-382[1878:275-336; 1879:337-382]
- Chavarro Pinzón, M. *et al.* (2008) Preparándose para el futuro. Amenazas, riesgos, vulnerabilidad y adaptación frente al cambio climático. Bogotá, Colombia UNODC Diciembre de 2008.
- Congreso de la República de Colombia. (2018). Ley 1930 del 27 de julio de 2018, por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia.

- Congreso de la República de Colombia. (2012). Ley 1523 del 24 de abril. Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.
- Congreso de la República de Colombia. (2000). Ley 611 del 17 de agosto. Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (1992). Nueva York 9 de mayo de 1992
- CMP (Conservation Measures Partnership). (2007). Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación. Versión 2.0
- Crissman, C. (2001). La agricultura en los páramos del Ecuador. Production systems and Natural Resources Management Department Working Paper. Lima. Perú. CIP.
- Cuatrecasas, J. (2013). A systematic study of the subtribe Espeletiinae. New York, USA: The New York Botanical Garden.
- Curtis, H., B. S., Massarini, A. (2008). Curtis Biología. Madrid: Editorial Médica Panamericana. 1160 p.
- De la Lanza, G., Cáceres, C., Hernández, S., Adame, S. (1999). Diccionario de hidrología y ciencias afines. Madrid: Plaza y valdes editores.
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales División de Desarrollo Sostenible. (Febrero de 1998). Programa 21. ordenación de los ecosistemas frágiles: desarrollo. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=jB7XWv57IqwC&pg=PA215&lpg=PA215&dq=Ordenaci%C3%B3n+de+ecosistemas+fr%C3%A1giles:+desarrollo+sostenible+-de+las+zonas+de+monta%C3%B1a%E2%80%9D&source=bl&ots=hCqITFzmOh&sig=jCw5KOQ0gBUmVMyxsySMAkpDy3M&hl=en&sa=X&ved=2ahUK
- Díazgranados, M. (2012). A nomenclator for the frailejones (Espeletiinae Cuatrec., Asteraceae). Phytokeys 16: 1–52.
- Díazgranados, M. (2012). Phylogenetic and biogeographic relationships of frailejones (Espeletiinae, Compositae): An ongoing radiation in the tropical Andes. ProQuest Dissertations & Theses (PQDT) Open: 213 p. ISBN: 9781267453136. http://pqdtopen.proquest.com/pubnum/3516206.html
- Díazgranados, M., L.R. Sánchez. (2013). A new species of Espeletiopsis (Millerieae, Asteraceae) from Colombia. PhytoKeys 32: 37–48. doi: 10.3897/phytokeys.32.6387
- Díazgranados, M. (2013). Aportes a la delimitación de los páramos desde el estudio de los frailejones [Contributions to the delimitation of the páramo ecosystem from the study of frailejones]. In: Cortés, J., C. Sarmiento (Eds.). Visión socioecosistémica de los Páramos y la Alta Montaña Colombiana: Memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá. p. 23–37.
- Díazgranados, M. (2015). Una mirada biológica a los páramos circundantes a la Sabana de Bogotá. In: E. Guhl. Los páramos circundantes a la Sabana de Bogotá. Jardín Botánico de Bogotá. p. 175–205. http://goo.gl/gDNY1l.
- Díazgranados, M., Barber JC. (2017). Geography shapes the phylogeny of frailejones (Espeletiinae Cuatrec., Asteraceae): a remarkable example of recent rapid radiation in sky islands. PeerJ 5:e2968. 10.7717/peerj.2968
- Díazgranados, M., L.R. Sánchez. (2017). Espeletia praesidentis, a new species of Espeletiinae (Millerieae, Asteraceae) from northeastern Colombia. PhytoKeys 76: 1–12. https://doi.org/10.3897/phytokeys.76.11220
- Díazgranados, M. (2018). Evaluación del riesgo de extinción de frailejones en Colombia. Producto 7 del Informe Final del Contrato de Prestación de Servicios No. 16-14/331-16/0081-147PS. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 20p.
- Díaz-Piedrahita, S., B.V. Rodríguez-Cabeza, R. Galindo-Tarazona. (2006). Interesantes novedades en Espeletiinae (Asteraceae-Heliantheae) de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 30 (116): 331-352.
- Díaz-Piedrahita, S., B. V. Rodríguez. (2008) Novedades en los géneros Espeletia Mutis Ex Humb. & Bonpl. y Espeletiopsis Cuatrec. (Asteraceae, Heliantheae, Espeletiinae). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 32(125): 455-464, 2008.
- Díaz-Piedrahita, S., B.V. Rodríguez-Cabeza. (2010). Nuevas especies colombianas de Espeletiopsis Cuatrec. y de Espeletia Mutis ex Humb. & Bonpl. (Asteraceae, Heliantheae, Espeletiinae). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 34 (133): 441-454.
- Ellenberg, H., D. Mueller-Dombois, D. (1967). Tentative physiognomic-ecological classification of plant formations of the earth. Ber. Geobot. Instit. Rubel 37:21-55.
- Esmail, B. A., Geneletti, D. (2017). Multi-criteria decision analysis for nature conservation: A review of 20 years of applications. Methods in Ecology and Evolution, 9, 42–53.
- Estrada, C., M. Monasterio. (1988). Ecología poblacional de una roseta gigante, *Espeletia spicata* (Compositae), del páramo desértico. Mérida, Venezuela. Ecotropicos 1: 25-39.

- Everard, M. (2017). Ecosystems services: Key issues. London, UK and New York, NY: Routledge.
- Facultad de agronomía. (s.f.). Glosario de términos botánicos. Santa Rosa, Argentina. Universidad Nacional de la Pampa.
- Fagua, J., González, V. (2007). Growth rates, reproductive phenology, and pollination ecology of Espeletia grandiflora (Asteraceae), a giant Andean caulescent rosette. Plant Biol. 9: 127-135 . New York. USA.. Georg Thieme Verlag KG Stuttgart
- Falchetti, A., Plazas. C. (1973). El territorio de los muiscas a la llegada de los españoles. Bogotá, Colombia.. Cuadernos de Antropología, Universidad de los Andes.
- Gaitán, M.A. 2018. Identificación de hongos asociados a lesiones de frailejones (Espeletia spp.) en páramos de Cundinamarca. Trabajo de grado de Microbiología Industrial. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia. 30 p.
- Galvis, S. (2015). Protección de páramos y derechos campesinos. Aportes jurídicos y de política. CONTRATO NO. 14-14-008-251PS entre el IAvH y Sebastián Rubiano Galvis. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander con Humboldt.
- García, N., Calderón, E., Galeano, G. (2005). Frailejones. En: Libro rojo de plantas de Colombia. Bogotá, Colombia. Vol 2: Palmas, frailejones y zamias. Serie libros rojos de especies amenazadas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 225-244.
- Geilfus, F. (2002). 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. Programa de Desarrollo Rural en el Departamento de Chalatenango. San Salvador (El Salvador).
- Giraldo, O.F. (2008). Seguridad alimentaria y producción pecuaria campesina: el caso de la localidad rural de Sumapaz. Luna Azul. (Colombia) 27:49-59. Bogotá, Colombia.
- González, F., Cárdenas, T. (1995). El páramo un paisaje deshumanizado: El caso de las provincias del Norte y Gutiérrez (Boyacá-Colombia). El Páramo. Ecosistema de alta montaña. Cusco, Perú. Serie Montañas Tropoandinas. Vol. 1. Fund. Ecosist. Andinos–ECOAN. p.64-81.
- González, D.A. (2012). Estudio preliminar de la composición de hongos endófitos en Espeletia argentea (Bonpl.) en la cuenca de la quebrada Calostros (PNN Chingaza). Trabajo de pregrado de Microbiología Agrícola y Veterinaria. Pontificia Universidad Javeriana. 26 pp.
- Grinnell, J. (1917). The auk. Ornithological advances. Chicago: American Ornithological Society.
- Gutiérrez, J., Sánchez, L. (2009). Curso medio ambiente y desarrollo sostenible. Chimbote: Universidad Católica de los Ángeles de Chimbote.
- Hedberg, O. (1964). Features of Afroalpine plant ecology. Acta Phytogeogr. Suecica 49: 1-144
- Hobbs, Richard J., Huenneke, L.F. (2012) Disturbance, Diversity, and Invasion: Implications for Conservation. Conservation Biology. Vol. 6, No. 3 (Sep., 1992), pp. 324-337. Society for Conservation Biology. Arlington, Virginia
- Hofstede, R. (2001). Los páramos del Ecuador. Particularidades, problemas y perspectivas. El impacto de actividades humanas en el páramo. Vásquez, M. (ed.). Abya Yala/Proyecto Páramo. Quito – Ecuador. 310 p.
- Hofstede, Robert *et al*. (2014). Los Paramos Andinos. ¿Qué sabemos**?** Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema paramo. UICN, Quito, Ecuador.
- Hugé, J., Mukherjee, N. (2017). The nominal group technique in ecology & conservation: Application and challenges. Methods in Ecology and Evolution, 9, 33–41.
- IAvH. (2017). Biodiversidad colombiana: números para tener en cuenta (Boletín de Prensa ed.). Bogotá: http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1087-biodiversidad-colombiana-numero-tener-en-cuenta.
- Instituto de Hidrologia, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá: Instituto de hidrologia, meteorología y estudios ambientales - IDEAM.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (2016). Frailejones de Colombia. 2900 registros, aportados por: Castellanos, C. (Contacto del recurso), Díazgranados, M. (Creador del recurso, Autor, Proveedor de metadatos).
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2018). Glosario. Bogotá: Inatituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Jiménez, M. (2012). Evaluación del nivel de infección y herbivoría de poblaciones de Espeletia argentea de la cuenca de la quebrada Calostros en el Parque Nacional Natural Chingaza, Cundinamarca, Colombia. Trabajo de pregrado en iología. Pontificia Universidad Javeriana. 40 p.
- Kareiva, P., Marvier, M. (2014). Conservation science: Balancing the needs of people and nature. Englewood, CO: Roberts and Company Publishers.

- Körner, C. *et al*. (1989). Functional morphology of mountain plants. Austria. Flora 182: 353-383. Institut fiir Botanik der Universitat Innsbruck.
- Laegaard, S. (1992). Influence of fire in the grass pá- ramo vegetation of Ecuador. En: Balslev, H y Luteyn, J. (Eds) Páramo an Andean Ecosystem under Human Influence. England. Academic press.
- Leuschner, C. (2000). Are high elevations in tropical mountains arid environments for plants?. Ecology. 81: 1425-1436. Ecological Society of America. Washington, DC. EEUU.
- Lips, J., R. Hofstede. (1998). Impactos ecológicos de plantaciones forestales. En: Hofstede, R., J. Lips, W. Jongsma y Y. Sevink. 1998. Geografía, ecología y forestación de la sierra alta del Ecuador. Quito. Ecuador. Ediciones Abya-Yala.
- Llambí L, Pérez E. (2007). Nuevas ruralidades y viejos campesinismos: Agenda para una Nueva Sociología Rural Latinoamericana. Bogóta, Colombia. Cuadernos de Desarrollo Rural 59:37-61 Pontificia Universidad Javeriana.
- Lavell, A. (2010). Gestión Ambiental y Gestión del Riesgo de Desastre en el Contexto del Cambio Climático: Una Aproximación al Desarrollo de un Concepto y Definición Integral para Dirigir la Intervención a través de un Plan Nacional de Desarrollo. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación - DNP.
- Leyva, P. (2001). El medio ambiente en Colombia . Bogotá: Ministerio de Ambiente & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
- López-Gallego, C. (2015). Monitoreo de poblaciones de plantas para conservación: recomendaciones para implementar planes de monitoreo para especies de plantas de interés en conservación. Bogotá D.C., Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). 46 p.
- Luteyn, J.L. (1999). Páramos, a checklist of plant diversity geographical distribution and botanical literature. Memoirs of the The New York Botanical Garden vol. 84, The New York Botanical Garden Press. New York. 278 p.
- Malacaiza, L. (2013). Ecología y ambiente. Montevideo: AUGM-Comité de Medio Ambiente.
- Marconi, M. R. (2006). Marco legal internacional para la conservación. Botánica Económica de los Andes Centrales , 511.
- Mayr, E., Ashlock, P. D. (1991). Principles on Systematic Zoology. New York: Mc Graw Hill Inc. 496 p.
- Medina, U., Pulido, H. (2009). Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) de la orinoquía colombiana. Bogotá, Colombia. Biota Colombiana, 10 (1-2): 55-62.
- Medina U., Andrade-C., M.G. (2010). Insectos: escarabajos coprófagos, hormigas y mariposas: 196-215 (en) LASSO, C.A., USMA, J.S., TRUJILLO, F. & RIAL, A. (eds.) Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Bogotá, D.C., Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).
- Mendoza, S. (2010). Aspectos ecológicos de los patógenos asociados a Espeletia grandiflora en el Parque Nacional Natural Chingaza. Bogotá, Colombia Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, MADR *et al*. (2015). Preinversión en proyectos de adecuación de tierras. Bogotá, D.C. Imprenta Nacional de Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2011). POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS (PNGIBSE). Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Politica-Nacional-de-Biodiversidad/PNGIBSE_espanol_web.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Plan de Acción de Biodiversidad. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/politica-nacional-de-biodiversidad/plan-de-accion
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017). Resolución 1912 del 15 de septiembre.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018). Resolución 0886 del 18 de mayo.
- Ministerio del Medio Ambiente. (Febrero de 2002). Programa para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de alta montaña Colombiana. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Paramos/5595_250510__rest_alta_montana_paramo.pdf

- Mojica Sastoque, F.(1991). La prospectiva. Técnicas para visualizar el futuro. Bogotá, Colombia. Fondo editorial Legis.
- Molano Barrero, J.(1998). Medio ambiente y vida natural en el páramo andino. Estudios geográficos. Madrid, España
- Monasterio, M., Molinillo, M (2003).Venezuela. EN: Hofstede, R., Segarra, P y Mena Vásconez, P. (eds.). Los páramos del mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland initiative/NC-IUCN/ EcoCiencia. Quito, Ecuador. 290 p.
- Monasterio, M., Sarmiento, L. 1991. Adaptative radiation of Espeletia in the cold Andean tropics. Trend Ecol. Ev. 6(12):387-391.
- Mora-Goyes, M.F., Barrera-Cataño, J.L. (2015). Catálogo de especies invasoras del territorio CAR. Bogotá, D.C. Pontificia Universidad Javeriana, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. 220 p.
- Morales, M., Otero, J., Van der Hammen, T., Torres, A., Cadena, C., Pedraza, C., *et al.* (2007). Atlas de páramos de Colombia. Bogota, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Moreno, L.A., Rueda, C., Andrade, G.I. (eds.). (2018). Biodiversidad. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 84p
- Murillo, M. T. (2000). Helechos. En J. O. Rangel Ch. (ed.) Colombia, Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. 528-562 p.
- Nonsoque, Yi. (2013). Comparación de hongos endófitos en individuos sanos y enfermos de Espeletia grandiflora (microcuenca de la quebrada Calostros - Parque Nacional Natural Chingaza). Bogotá D.C., Colombia. Pontificia Universidad Javeriana.
- Nutter FW, J. (2001). Disease assessment terms and concepts. Maloy, OCMurray, TD: Encyclopedia of Plant PathologyJohn Wiley and Sons.
- Nyumba, T. O., Wilson, K., Derrick, C. J., Mukherjee, N. (2017). The use of focus group discussion methodology: Insights from two decades of application in conservation. Methods in Ecology and Evolution, 9, 20–32.
- ONU. (1992) Convenio sobre la diversidad biologica. (Junio de 1992). Río de Janeiro.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos-OCDE y Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos. (2012). Perspectivas ambientales de la OCDE hacia 2050. Château de la Muette, en París, Francia. Recuperado de: https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49884278.pdf
- Otero, E., Mosquera, L., Silva, G., Guzmán, J. (2001). Páramos de Colombia. Bogotá: Banco de Occidente.
- Pérez, M., Vargas, F., Guerrero, J. (2014). Gestión ambiental territorial: dinámicas y trayectorias de la participación ciudadana y sostenibilidad de los recursos naturales en la jurisdicción de la CAR, Cundinamarca: la voz de los actores. 466 p.
- Picket, S.T.A., White P. S. (eds). (1985). The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Ac. Press. Inc, 472 pp.
- Pinzón, L. F., Corzo, L. (2009). Plantaciones de especies forestales exóticas: revisión y síntesis. Colombia. Bogotá. En: Vargas, O., León-Moya, O. y Díaz-Espinosa, A. (Eds.). Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas. Grupo de restauración ecológica de la Universidad Nacional de 306 pp
- Premauer, J., Vargas, O. (2004). Patrones de diversidad en vegetación pastoreada y quemada en un páramo húmedo (Parque Natural Chingaza, Colombia). Ecotrópicos, 17, 52–66
- Prieto, M. (2017). Lesiones de frailejones (Espeletia spp.) y potenciales hongos fitopatógenos asociados, en los páramos de Chingaza y Cruz Verde. Trabajo de grado de Microbiología Industrial. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C., Colombia. 56 p.
- Putzeys, J. (1878). *Dyscolus interruptus*. In The Catalogue of Life Partnership (2018). Catalogue of Life. Checklist dataset https://doi.org/10.15468/rffz4x accessed via GBIF.org on 2018-12-13.
- Ramsay, P. M., Oxley E.R.B. (1997). The growth form composition of plant communities in the ecuadorian páramos. Plant Ecology 131: 173-192. Kluwer Academic Publishers. Belgium
- Rangel-Ch, J.O. (2000). La región de vida paramuna y franja aledaña en Colombia. In: Colombia: diversidad biótica III, La región de vida paramuna (ed. Rangel-Ch, J.O.). Bogotá, Colombia. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Ciencias Naturales e Instituto Alexander von Humboldt. pp. 1–24.
- Raunkiaer, C. (1934). The life forms of plants and statistical geography. Claredon, Oxford, 632p.
- Recharte, H y Gearheard, J. (2001). Los páramos altamente diversos: Ecología política de una región. En: Mena V., Medina, G.; Hofstede, R. (eds). Los páramos del Ecuador. Particularidades, problemas y perspectivas. Abya/Yala. Proy. Páramo Andino. p.55-85.

- Rivera, D., Rodríguez, C. (2011). Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Rodríguez C., B. V. (2018). com. pers.
- Rodríguez, I., Sierra Ríos, R. (2007). Áreas Protegidas del territorio CAR. Bogotá, D.C., Colombia. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, CAR.
- Ruiz, M., Gómez, R., Londoño, D. (2001). Investigación clínica: Epidemiología clínica aplicada. Bogotá: Centro Editorial.
- Sánchez E. (2013). Los suelos de Colombia. En: Ciencia del Suelo: Principios Básicos. Sociedad Colombiana de la Cienca del Suelo. Bogotá, Colombia. Francisco Silva Mojica (Editor). Segunda edición. p.493 y 499.
- Santacoloma-Varón, L. E. (2015). Importancia de la economía campesina en los contextos contemporáneos: una mirada al caso colombiano. Cali, Colombia. Entramado, vol. 11, núm. 2, julio-diciembre, 2015, pp. 38-50. Universidad Libre.
- Sarmiento, I., Rincón L. (2002). Procesos de transformación espacial en el PNN Chingaza. Tesis para optar por el título de Geógrafa. Bogotá, Colombia. Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Colombia. 271p
- Sarmiento Pinzón, C.E., *et al*. (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. Bogotá, D.C. Colombia. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Schonhuith, M., Kievelitz, U. (1994). Diagnóstico rural participativo. Una introducción cometada. GTZ. Eschbom
- Schonhuith, M., Kievelitz, U. (1994). Diagnóstico rural participativo. Una introducción cometada. GTZ. Eschbom.
- Sipman HJM, Aguirre J, Rangel-CH O. (2000). Líquenes, En J. O. Rangel-Ch (ed.) Colombia. Diversidad biótica, III, Unibiblos, Bogotá. 2000; 379-434
- Smith, A., Young, T. (1987). Tropical alpine plant ecology. Annual Review of Ecology and Systematics Vol. 18 , pp. 137-158
- Soule, M. E. (1985). What is conservation biology? BioScience, 35, 727– 734. https://doi.org/10.2307/1310054
- Soule, M. E. (1985). What is conservation biology? BioScience, 35, 727– 734. https://doi.org/10.2307/1310054
- Suárez Avellaneda, J.D. (2013). Evaluación de los cambios de afectación por entorchamiento y herbivoría en poblaciones de Espeletia argentea a lo largo de gradientes elevacióninales durante la temporada seca 2012-2013, en el Parque Nacional Natural Chingaza, Cundinamarca, Colombia. Bogotá,D.C. Pontificia Universidad Javeriana.
- Suescún, O. (s.f.). Conceptos e indicadores básicos de la epidemiología aplicados a la inspección, vigilancia y control sanitario de alimentos, bebidas y productos farmacéuticos. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Sutherland WJ, Dicks LV, Everard M, Geneletti D. (2018). Qualitative methods for ecologists and conservation scientists. Methods Ecol Evol. 9:7–9. https://doi.org/10.1111/2041-210X.12956
- Torres Quimbaya, J. M. (2013). Evaluación del grado de afectación por entorchamiento y herbivoría en una población de *Espeletia grandiflora* Humb. & Bonpl. de la cuenca alta de la Quebrada Calostros del Parque Nacional Natural Chingaza. Bogotá D.C. Colombia. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias.
- UICN. (2012). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34pp. Originalmente publicado como IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).
- Uribe M., J., Rangel, J. O. (2000). Hepáticas. En: Rangel, J. O. (ed.). Colombia Diversidad Biótica III. La Región de Vida Paramuna. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá. 435-472.
- Van der Hammen, T. (1995). Dinámica del medio ambiente en la alta montaña colombiana: Historia, cambio global y biodiversidad. Memorias del Seminario de alta montaña colombiana. Memorias No. 3, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Santa Fe de Bogotá, D.C. pp 11-15.
- Van der Hammen, T. (1995). Plioceno y Cuaternario del Altiplano de Bogotá y alrededores. Análisis geográficos 24: 142 pp. . Bogotá, Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Van der Hammen, T., Helmens, K. (2002). "Memoria explicativa de los mapas del Neogeno y Cuaternario de la Sabana de Bogotá, Cuenca alta del río Bogotá". Colombia Analisis Geogra-

ficos. Bogotá, Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi-v.24 fasc. p.91 – 142.

- Van der Hammen, T. (2002). Pabón Caicedo, J.D., Gutierrez, H., Alarcón, J. C. "El cambio global y los ecosistemas Alto-andinos de Colombia" Páramos y ecosistemas alto-andinos de Colombia en condición Hotspot y global climatic tensor . Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales , v.1, Bogotá, Colombia.
- Van der Hammen, T. y Hooghiemstra, H. (2002). "Interglacial-glacial Fuquene 3 pollen record from Colombia: Holocene climate record" . En: Países Bajos Global and Planetary Change. Elsevier v.36 fasc. p.181-199.
- Varela A. (2016). Aunar esfuerzos técnicos y científicos para desarrollar una investigación participativa sobre el efecto de la transformación antrópica del páramo en las interacciones planta-insecto-hongo en los frailejones (E. argentea y *E. grandiflora*)-Fase I, en el marco del Proyecto "Conservación, restauración y uso sostenible de servicios ecosistémicos entre los páramos de Guerrero, Chingaza, Sumapaz, los Cerros Orientales y su área de influencia. Informe final. Convenio N° 9-07-24300-001086. Acueducto. Bogotá, D.C. Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. 454 p.
- Vareschi, V. (1970). Flora de los páramos de Venezuela. Mérida: Universidad de los Andes.
- Vargas Ríos, O., Pedraza, P. (2004). El Parque Nacional Natural Chingaza. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Vásquez, A., Buitrago, A. (2011). El gran libro de los páramos. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Velásquez, C. (1999). Atlas palinológico de la flora vascular paramuna de Colombia: Angiospermae . Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Vera Rodríguez, J. M., Albarracín Calderón, A. P.. (2017). "Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográfcas," Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 27, no. 2, p. 109-136. DOI: http://dx.doi.org/10.18359/rcin. 2309
- Verweij, P.A., Budde, P.E. (1992). Burning and grazing gradient in páramo vegetation. Pp. 177-195, in Balslev y J.L. Luteyn (eds): Páramo. An Andean ecosystem under human influence. Academic Press, Londres.
- 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. Programa de inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 236 p.
- Willis, A. J. (1997). The ecosystem: An evolving concept viewed historically. Functional Ecology, 268-271.
- Young, J. C., Rose, D. C., Mumby, H. S., Benitez-Capistros, F., Derrick, C. J., Finch, T., Mukherjee, N. (2017). A methodological guide to using and reporting on interviews in conservation science research. Methods in Ecology and Evolution, 9, 10–19.

Plan de Conservación y Manejo de las Especies de
Frailejones Presentes en el Territorio CAR, se termino
de imprimir en diciembre de 2018 en los talleres de
Simbiosis Ciencia y Publicidad, Bogotá, D.C., Colombia

ISBN 978-958-5480-17-9