

ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y FLORÍSTICO DEL PÁRAMO DE ACHUPALLAS,
MUNICIPIO DE BOLÍVAR, DEPARTAMENTO DEL CAUCA (PARQUE NACIONAL
NATURAL COMPLEJO VOLCÁNICO DOÑA JUANA- CASCABEL)

CARMEN ROCÍO CERÓN ORDÓÑEZ
IVÁN GERARDO SAMBONÍ DÍAZ

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2010

ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y FLORÍSTICO DEL PÁRAMO DE ACHUPALLAS,
MUNICIPIO DE BOLÍVAR, DEPARTAMENTO DEL CAUCA (PARQUE NACIONAL
NATURAL COMPLEJO VOLCÁNICO DOÑA JUANA- CASCABEL)

CARMEN ROCÍO CERÓN ORDÓÑEZ
IVÁN GERARDO SAMBONÍ DÍAZ

Informe final del trabajo de investigación presentado
para optar el título de ingenieros forestales

Director
Msc. Román Ospina Montealegre
Ingeniero Forestal

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA FORESTAL
POPAYÁN
2010

Nota de aceptación

Director: Msc. ROMÁN OSPINA MONTEALEGRE

Jurado: JOSÉ FRANCO ALVIS

Jurado: CATALINA GARCÍA

Administrador PNN CVDJ-C: RICHARD MUÑOZ MOLANO

Popayán, 11 de abril de 2011

DEDICATORIA

*A Dios por la vida y por esas maravillosas oportunidades que vienen con cada día.
A mi madre, por ser mi ejemplo a seguir, por todo su amor y apoyo.
A mi padre por ser el puente que me conduce a hacer mis sueños realidad.
A Diego, por su compañía y apoyo incondicional.
A mis amigos por la compañía, alegrías y consejos.
A mis profesores por transmitir su sapiencia.*

Carmen Rocío

*A dios, Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.
A mis padres Gerardo y María Inés, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.
A mi hijo Stiven, por ser la motivación en toda mi carrera y mi vida, desde su nacimiento.
A mi hermano Enar, Porque siempre he contado con él para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad.
A mi familia, por acompañarme en cada una de las locuras que he emprendido y ser siempre mis más fervientes hinchas.
A mis amigos, quienes me acompañaron en esta trayectoria de aprendizaje y conocimientos.
A mis profesores, quienes me han forjado como un profesional en esta etapa universitaria, tanto dentro como fuera de las aulas de clase.
A los que nunca dudaron que lograría este triunfo.*

Iván Gerardo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad del Cauca, por brindarnos la formación académica que nos permitirá ser personas de bien con el ánimo de servir a la sociedad.

Al Parque Nacional Natural, Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel; a su administrador Doctor, Richard Muñoz Molano; Geógrafo, Carlos Alberto Ramírez; Ecóloga, Liliana Paz; Señor Pablo Emilio Samboní, quienes hicieron posible la realización de este trabajo.

A nuestro director Msc. Román Ospina Montealegre, por su compañía, apoyo y asesoría, por ser el guía en esta investigación.

Gratitud a los profesores Bernardo Ramírez por la ayuda en la identificación de muestras botánicas; José Franco Alvis, por su paciencia y enseñanza, y en general a todo el cuerpo de profesores quienes dedicaron un poco de su tiempo en el transcurso de este proceso.

A nuestras familias por el incondicional apoyo, y a nuestros amigos y compañeros por aquellos inolvidables momentos.

A la señora Estella Ordoñez, por su ayuda en el transcurso de mi etapa universitaria.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	
1. OBJETIVOS	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1 ECOSISTEMAS DE PÁRAMO	16
2.1.1 Criterios que definen el páramo	16
2.1.2 Distribución de páramos	16
2.1.3 Extensión y distribución de páramos en Colombia	17
2.2 PARQUE NATURAL NACIONAL COMPLEJO VOLCÁNICO DOÑA JUANA – CASCABEL	18
2.2.1 Factores geográficos, climáticos y biológicos	18
2.2.1.1 Aspectos topográficos	19
2.2.1.2 Suelos	20
2.2.2 Unidades ecológicas de paisaje	20
2.2.2.1 Unidades ecológicas de paisaje en el ecosistema de páramo	21
2.2.2.2 Cobertura vegetal	21
2.2.3 Páramo de Achupallas	22
2.3 INVENTARIO DE BIODIVERSIDAD	23

	pág.
2.3.1 Evaluación de cobertura vegetal	23
2.3.2 Diversidad y riqueza	24
2.3.3 Evaluación de riqueza de especies	25
3. METODOLOGÍA	26
3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	26
3.2 DESARROLLO DEL TRABAJO	27
3.2.1 Verificación de coberturas	27
3.2.1.1 Establecimiento del muestreo	28
3.2.2 Identificación de especies	29
3.3 ANÁLISIS DE DATOS	29
4. RESULTADOS	30
4.1 RIQUEZA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	30
4.1.1 Abundancia de especies	31
4.1.2 Diversidad	32
4.2 ESTRUCTURA	33
4.2.1 Frecuencia de especies	33
4.2.2 Cobertura vegetal	35
4.2.3 Dominancia de especies	35
5. DISCUSIÓN	36

	pág.
6. CONCLUSIONES	42
7. RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	49

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Representatividad del páramo en las áreas nacionales protegidas (ANP).	13
Figura 2. Unidades de paisaje mejor representadas dentro del Parque Nacional Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.	16
Figura 3. Mapa de coberturas vegetales Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel.	17
Figura 4. Localización general del área del PNN CVDJ-C y páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca.	21
Figura 5. Porcentaje de riqueza para familias, géneros y especies en los estratos páramo y bosque altoandino, en el páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.	26
Figura 6. Abundancia de especies a) páramo y b) bosque altoandino, en el páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.	27
Figura 7. Histograma de frecuencias, estrato I (páramo). Páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.	29
Figura 8. Histograma de frecuencias, estrato II (bosque altoandino). Páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.	29
Figura 9. Porcentaje de cobertura de las especies en el páramo de Achupallas, Municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.	30

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Tipos de cobertura Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel.	17
Cuadro 2. Unidades de tierra muestreadas en páramo y bosque altoandino. Páramo de Achupallas, municipio de Bolívar de Cauca dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel.	23
Cuadro 3. Especies compartidas en los estratos páramo y bosque altoandino en el páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.	25
Cuadro 4. Índices de diversidad alfa y beta en el páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.	27
Cuadro 5. Resumen de composición florística de páramos colombianos, comparados con el páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel.	32
Cuadro 6. Principales familias páramo Achupallas Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel y Páramo Las Delicias Cauca.	31
Cuadro 7. Plantas valores objeto de conservación y fuentes de presión Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel.	35

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Mapa unidades ecológicas de paisaje del páramo de Achupallas en el municipio de Bolívar, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel	44
Anexo B. Mapa de la localización del área de estudio del páramo de Achupallas en el municipio de Bolívar, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel	45
Anexo C. Fotos salida de campo, páramo de Achupallas en el municipio de Bolívar, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel	46
Anexo D. Planillas de campo para el levantamiento del inventario de la vegetación del páramo de Achupallas en el municipio de Bolívar, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel	47
Anexo E. Planillas de campo para el levantamiento de los puntos tomados con el GPS, para el inventario del páramo de Achupallas en el municipio de Bolívar, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel	48
Anexo F. Fotos etapa de investigación herbario CAUP, Universidad del Cauca	49
Anexo G. Riqueza y composición florística del páramo de Achupallas en el municipio de Bolívar, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel	50
Anexo H. Importancia de las especies inventariadas en el páramo de Achupallas en el municipio de Bolívar, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel	51

RESUMEN

Se realizó una caracterización florística en el Páramo de Achupallas, municipio de Bolívar, Departamento del Cauca (Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel). Dónde se identificaron dos tipos de coberturas vegetales. Las coberturas se clasificaron en dos estratos que fueron páramo para el estrato I y bosque altoandino para el estrato II. En el análisis respectivo se estudió la diversidad alfa considerando la riqueza de familias, géneros y especies; así mismo se analizó la diversidad beta valorando la ocurrencia de especies, especies compartidas y la proporción de terreno ocupado por las especies en el estrato Páramo. La diversidad gama se analizó mediante el índice de complementariedad.

Para el muestreo se establecieron 15 parcelas, de las cuales 9 pertenecieron al estrato I (páramo) y 6 al estrato II (bosque altoandino) estas unidades muestrales reportaron un total de 159 individuos agrupados en 48 especies, 35 géneros y 23 familias. Las parcelas se establecieron en un rango altitudinal que varió entre los 3305 y 3573 msnm. Se analizó la distribución de especies así como su uso de acuerdo a la bibliografía reportada y en general el estado actual del páramo.

Palabras clave: Páramo de achupallas, composición florística, unidades muestrales, proporción de terreno.

ABSTRACT

Characterization was performed in the Páramo de Achupallas, municipality of Bolivar, Cauca department (Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel). Which identified 2 types of vegetation covering. The vegetation is classified into two strata which were: Páramo for stratum I and High Andean Forest for stratum II, in the respective analysis alpha diversity was studied considering the wealth of families, genera and species, it was analyzed beta diversity appreciating species' occurrence, shared species and the proportion of land occupied by the species in the stratum Páramo. The diversity gamma was analyzed under the complementarity index.

For the example were taken 15 plots which 9 belonged to the stratum I to stratum II and 6 to stratum, these sampling units reported a total of 159 individuals grouped in 58 species, 35 genera and 23 families. The plots were established in altitudinal range which varied between 3,305 and 3,573 msnm. It analyzed species' distribution and their use and in general the current state of Páramo.

Key words: Páramo de Achupallas, florist composition, examples units, field proportion.

INTRODUCCIÓN

El páramo es un ecosistema donde los elementos como la vegetación, el suelo y el subsuelo, han desarrollado un gran potencial para interceptar, almacenar y regular el agua; la importancia de este ecosistema radica fundamentalmente entonces, en su capacidad para interceptar, almacenar agua y regular los flujos hídricos superficiales y subterráneos, además los páramos albergan una rica flora endémica y prestan servicios ambientales principalmente como cuencas abastecedoras de agua para consumo, actividades productivas e hidroenergéticas, así como áreas de influencia de los principales embalses, represas y estrellas hidrográficas. En Colombia se denominan ambientes de alta montaña a los comprendidos entre 3.000 msnm y los límites de las nieves perpetuas.

El Parque Nacional Complejo Volcánico Doña Juana tiene a su cargo la administración en áreas de conservación, restauración e investigación de los diferentes ecosistemas que allí coexisten. Un ecosistema estratégico por la funcionalidad es el páramo de Achupallas localizado en la vereda Montañitas en el municipio de Bolívar, departamento del Cauca.

Este trabajo, con el apoyo de la Universidad del Cauca, busca establecer el análisis estructural y florístico, definir los tipos de cobertura, determinar la riqueza, estructura y composición florística del páramo de Achupallas y con esta información establecer el estado actual de este ecosistema complejo, frágil y de suma importancia en la regulación hídrica de fuentes abastecedoras para los municipios del norte del departamento de Nariño y sur del departamento del Cauca.

El páramo reúne en torno suyo las energías de la vida y el hombre las ha vinculado siempre a sus dioses, a esas fuerzas que no acaba de entender o dominar.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer las características florísticas del páramo de “Achupallas”, localizado en el Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel, dentro del municipio de Bolívar Cauca.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Definir los tipos de cobertura vegetal presentes en el páramo de Achupallas, Municipio de Bolívar, Departamento del Cauca. PNN CVDJ-C.

Determinar la riqueza, estructura y composición florística del páramo.

Establecer el estado actual del páramo a partir de la información reportada por el estudio realizado en este tipo de ecosistemas.

Señalar la importancia de las especies inventariadas de acuerdo a su uso, vulnerabilidad ó endemismo, de acuerdo a la bibliografía reportada.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ECOSISTEMA DE PÁRAMO

La posición geoastronómica de las montañas con relación a la zona ecuatorial, su situación continental regional y su elevación, explican la existencia de una franja paramuna que está presente a lo largo de toda la zona ecuatorial, en las altas montañas tropicales de continentes distantes e islas oceánicas y que posee condiciones ambientales, vegetación y formas de vida semejantes. (Rivera 2001).

La región de vida paramuna comprende las extensas zonas que coronan las cordilleras entre el bosque andino y el límite inferior de las nieves perpetuas. Está definida como una región natural por la relación entre el suelo, el clima, la biota y la influencia humana. (Rangel, 2000) Existen profundas diferencias que singularizan el bioma páramo; entre ellas se puede definir la ausencia de estaciones que permiten un ciclo vegetativo continuo y una mayor cantidad de energía solar distribuida de forma más regular durante todo el año, la presencia de ciclos diarios de congelación de la capa superficial del suelo en las mayores elevaciones y la abundancia de arbustos y de formas de vida especialmente adaptadas. (Rivera, 2001).

2.1.1 Criterios que definen el páramo. No hay homogeneidad de criterios para definir y delimitar el páramo. Como es obvio en tan amplio espacio ocurre una gran diversidad físico- biológica, tanto horizontal como vertical; los páramos presentan un mosaico edáfico muy variado, geformas diversas y situaciones climáticas distintas que generan una gama riquísima de nichos, hábitat y entornos ecológicos. (Cortés, 1995).

El cinturón paramuno se divide en subpáramo o páramo bajo con vegetación arbustiva en la que predominan elementos florísticos de la familia compositae sus límites altitudinales varían de 3200 a 3600 msnm; el páramo propiamente dicho con pastizales y frailejonales que se extiende entre los 3600 y 4100 msnm; y el súperpáramo ubicado a alturas mayores a 4100 msnm, el cual se caracteriza por la discontinuidad de la vegetación. (Cortés, 1995).

2.1.2 Distribución de páramos. Los páramos se encuentran en los Andes suramericanos y en las montañas centroamericanas, entre los 3000- 3200 y los 4800 msnm y dentro de la ubicación geográfica entre los 11° de latitud norte y los 8° de latitud sur. Su mayor núcleo de expansión esta en los Andes colombianos y -

ecuatorianos y su estribación oriental- Sierra Nevada de Mérida en Venezuela-. El páramo también se presenta en la vertiente oriental de los Andes, más al sur, pero en un piso altitudinal más alto y guarda estrecha relación con las jalcas de Perú y Bolivia, que corresponden exactamente a este medio ambiente, así como con la puna de los Andes centrales o los páramos de la cordillera de Talamanca en Costa Rica. Ambientes paramunos se observan en forma aislada, en algunos cerros tipo mesas de Guyana, entre el Orinoco y el Amazonas. (Rivera, 2001).

En un esquema de pisos altitudinales de las distintas regiones tropicales del globo, se puede establecer las equivalencias de la vegetación en los sistemas montañosos altos tropicales y húmedos que se presentan en Malasia, África oriental, Colombia, Perú, Bolivia, México, el Himalaya oriental y Hawai. Las analogías entre las formas vegetales sólo se pueden establecer desde los 1700-2300 msnm hacia arriba y son impresionantes las similitudes entre el arbustal de ceja de América del Sur, es decir la vegetación arbustiva achaparrada de hojas reducidas y coriáceas de las laderas y cimas de montañas expuestas al viento y a la niebla y el arbustal de las ericáceas de África, así como entre el páramo de frailejones del género *Espeletia* y su equivalente africano, el bosque de Lobelia y Senecio. (Rivera, 2001).

2.1.3 Extensión y distribución del páramo en Colombia. En Colombia se han realizado varias aproximaciones sobre la distribución y extensión del ecosistema paramuno. Rangel (2000) menciona que los páramos colombianos abarcan aproximadamente el 2.6% de la superficie del país; el Instituto Alexander von Humboldt en el mapa general de ecosistemas de Colombia (1998) menciona un total de 1.379.000 hectáreas de páramos en el territorio nacional, correspondientes al 1.3% de la extensión del país, y los resultados de Geingeniería (1999), indica que la superficie de páramos 1.443.425 Ha (correspondientes al 1.3% de la extensión continental del país), representada principalmente por páramos húmedos, los cuales comprenden el 89% del total de páramos colombianos.

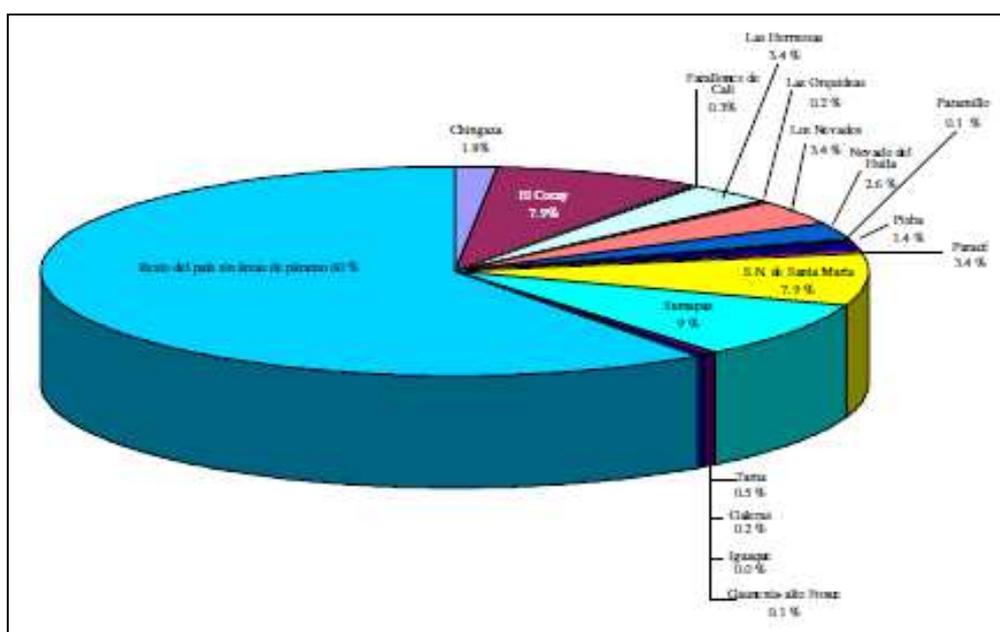
En cuanto a la distribución y representatividad del ecosistema de páramo por departamento, Boyacá se destaca con la mayor extensión del ecosistema en el país, alcanzando un 18.3% del total nacional, en su mayoría correspondientes a páramos húmedos. Le siguen en representatividad los departamentos de Cundinamarca (13.3%), Santander (9.4%), Cauca (8.1%), Tolima (7.9%) y Nariño (7.5%). (MMA, 2002).

En relación con la representatividad ecosistémica del páramo en las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR'S), sobresale CORPOBOYACÁ

alcanzando un 17.9% del total nacional. Le siguen CORMACARENA (10.1%), CORPORINOQUIA (9.0%), CRC (8.1%), CORTOLIMA (7.8%), CORPONARIÑO (7.5%) y la CAS (6.8%). (MMA, 2002).

Según MMA, 2002; en las áreas naturales nacionales protegidas, por lo menos 16 unidades de las 45 establecidas en el país, tienen representatividad de ecosistema de páramo y subpáramo. El cubrimiento de dichos ecosistemas bajo categorías de protección nacional alcanza aproximadamente el 39%. De este porcentaje, 9% se encuentra en Sumapaz, 7.9% en Cocuy y 7.9% en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Figura 1. Representatividad del páramo en las áreas nacionales protegidas (ANP)



Fuente. Programa para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de la alta montaña colombiana: P Á R A M O S. 2002.

2.2 PARQUE NATURAL NACIONAL COMPLEJO VOLCÁNICO DOÑA JUANA CASCABEL

2.2.1 Factores geográficos, climáticos y biológicos. El complejo volcánico Doña Juana es una formación volcánico- montañosa surgida en el Plioceno (hace 2 a 2.5 millones de años) y está constituido por los volcanes Doña Juana, Ánimas, Petacas y un conjunto de cerros dentro de los que se destacan Juanoy (4100m), El Machete (4000m), Tajumbina (3600m), Doncella (3900m) y Campana (3100m).

A nivel regional, las características geológicas y geomorfológicas están asociadas a la dinámica del sistema de fallas Cauca- Romeral, a la última glaciación y a los eventos volcánicos (Narváez 1998). Al complejo volcánico se asocia un complejo hídrico inmenso constituido por el nacimiento de ríos y la formación de lagunas, las cuales conforman el complejo lagunar de Las Ánimas y La Cristalina (Plan de Manejo PNN CVDJ- C, 2008).

Los aspectos bioclimáticos del parque CVDJ-C están regidos por la presencia del complejo volcánico, y la influencia de las condiciones climáticas hacia el flanco Occidental y Oriental de esta formación, respectivamente dadas por las corrientes secas de la vertiente del Pacífico (influencia del Valle interandino del Patía) y las corrientes húmedas de la vertiente Amazónica. De acuerdo con el Plan de Manejo PNN Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel, al Occidente del complejo la precipitación anual varía entre 1400 y 1600mm; mientras que al Oriente, la precipitación promedio anual es de 4.635 mm. Estos contrastes climáticos están asociados al gradiente altitudinal del CVDJ-C, que va desde los 1000m en la cuenca del río Caquetá (sur-oriente del complejo) hasta alturas superiores a los 4000m en el Volcán Doña Juana.

En este sentido, los factores climáticos, biogeográficos, geológicos y fisiográficos de la zona han permitido a través del tiempo, que estos rangos de altura se conviertan en bandas de diversidad biótica, que se enlazan tanto a nivel vertical (altitudinal) como horizontal cuando se observa el paisaje de forma amplia, por ejemplo a nivel de biomas, donde es evidente la conectividad existente en estas formaciones montañosas del sur del país. El CVDJ-C no existe como una isla dentro de la cordillera Centro-Oriental o como ha sido bien llamado el Eslabón de Santa Rosa, sino como un punto de convergencia de muchos procesos ecosistémicos, fisiográficos y ecológicos, especialmente considerando al CVDJ-C como un punto estratégico en la conectividad estructural y funcional de biomas, ecosistemas y poblaciones de flora y fauna únicos del sur de Colombia. (Plan de Manejo PNN CVDJ- C, 2008).

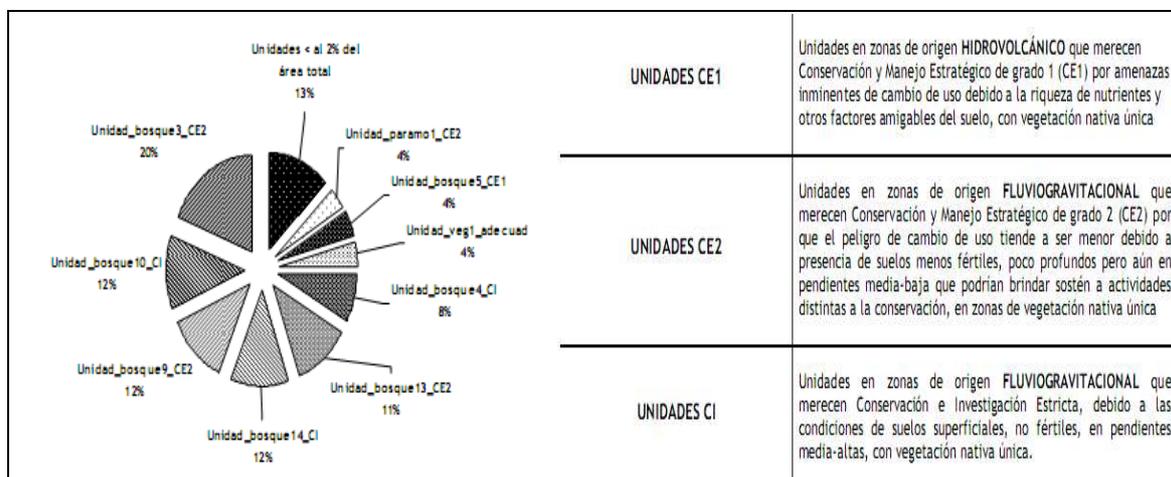
2.2.1.1 Aspectos topográficos. La pendiente es el otro factor biofísico importante en la constitución del paisaje, y por su influencia en la formación de micro-ambientes en el terreno, esta se relaciona directamente con la dinámica a escala local de riqueza y endemismos de flora y fauna (Cerca del 90% del área protegida presenta una pendiente superior al 25%, es decir pendientes muy altas, que han permitido entre otras cosas la inaccesibilidad de la mayor parte del territorio del CVDJ-C. Las pendientes inferiores al 25% son escasas, pero se presentan hacia el flanco Occidental en la zona de la Cuenca del río Mayo (fuera del parque) y al Nor-Occidente, dentro del área protegida en jurisdicción de los municipios de Bolívar y Santa Rosa. (Plan de Manejo PNN CVDJ- C, 2008).

2.2.1.2 Suelos. Aunque existe carencia de estudios específicos de los suelos y aspectos geomorfológicos, para el Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel la información brindada por la WWF (imágenes y bases de datos unidad de SIG) (PNN CVDJ-C, 2008) permite destacar generalidades importantes tanto para la zonificación de unidades abióticas como de unidades de ordenamiento y uso del suelo. De acuerdo con lo anterior, dentro del área del parque CVDJ-C se reconocen dos unidades geomorfológicas basadas en la clasificación geomorfológica de Villota (2005) la cual relaciona la topografía de las cadenas montañosas de Colombia (montaña, lomerío, altiplanicie, entre otras) y el origen de los materiales parentales que la conforman. Estas unidades son la unidad geomorfológica de Montaña Fluviogravitacional y la unidad de Montaña Hidrovolcánica; dentro del parque nacional y fuera de él (este trabajo planteo un análisis que abarcó un polígono que contiene el área del área protegida, de tal forma que se pueden conocer algunas características de las áreas circundantes al P.N.N, de gran importancia) la unidad de Montaña Fluviogravitacional es la que presenta mayor extensión. Esta formación es de amplia distribución en zonas del sur de la cordillera Occidental de Colombia y sus suelos son formados a partir de depósitos de origen fluvial y por acciones de la fuerza de gravedad, debido a las altas pendientes en condiciones de alta humedad y pluviosidad (en el CVDJ-C todo el flanco oriental al Complejo Volcánico, es decir toda la zona de mayor pluviosidad y pendiente). (Plan de Manejo PNN CVDJ- C, 2008).

Son terrenos con suelos bien drenados, poco profundos, de pedregosidad superficial y fertilidad baja. Finalmente, la fertilidad y profundidad de los suelos está asociada a su origen y unidad geomorfológica; de tal forma que la mayor proporción de los suelos del CVDJ-C son suelos calificados como superficiales o muy superficiales y de baja fertilidad originados en zonas de Montaña Fluviogravitacional. Estos suelos carecen de una capa orgánica compacta y de nutrientes, son ricos en Aluminio y en caso de pérdida de cobertura vegetal son suelos fácilmente erosionables, no solo por su conformación sino también por las altas pendientes y alta pluviosidad (Villota 2005). Los suelos profundos y fértiles se encuentran bajo las zonas de montaña y altiplanicie Hidrovolcánica, la mayoría fuera del PNN CVDJ, pero en sus límites directos sobre el flanco Occidental. (Plan de Manejo PNN CVDJ- C, 2008).

2.2.2 Unidades ecológicas de paisaje. El Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel presenta 12 unidades ecológicas de paisaje (ver figura 1), de las cuales ninguna corresponde a zonas de uso distinto a la vegetación nativa tanto de ecosistemas de páramo como de bosque. Las unidades Unidad_bosque3_CE2 (29.33%), Unidad_bosque10_CI (15.86%) Unidad_bosque4_CI (12.54%) Unidad_bosque14_CI (10.93%) Unidad_bosque9_CE2 (9.89%) son las mejor representadas. (Plan de manejo, PNN CVDJ- C, 2008).

Figura 2. Unidades de paisaje mejor representadas dentro del Parque Nacional Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel



Fuente. Zonificación ecológica por unidades de paisaje, Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel 2007.

2.2.2.1 Unidades ecológicas de paisaje en el ecosistema de páramo. Las unidades en el ecosistema paramuno ocupan un total de 11901.276 Ha en todo el polígono, de donde las unidades *Unidad_páramo1_CE2* y *Unidad_páramo4_CI* ocupan una gran proporción. Al respecto de esta última, es importante destacar que dentro de ella se presentan las comunidades de vegetación paramuna únicas y restringidas en el sector del Volcán Doña Juana, sin embargo observando la distribución de esta unidad resulta de gran relevancia considerar la presencia de estas comunidades y sus especies bajo esta misma unidad. (Ver anexo A). Esta suposición está respaldada en la base de formación de las diferentes unidades abióticas (unidades de paisaje), que en el caso del Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel presenta una ventaja y es la consideración de los ecosistemas como capa biótica de singular exactitud para el área. En este sentido y observando las descripciones que sobre la biota a un nivel de escala fina, señalada por objetos de conservación del parque, es indispensable seguir la categorización de esta unidad y fomentar indiscutiblemente la investigación y protección estricta. (Plan de Manejo PNN CVDJ- C, 2008)

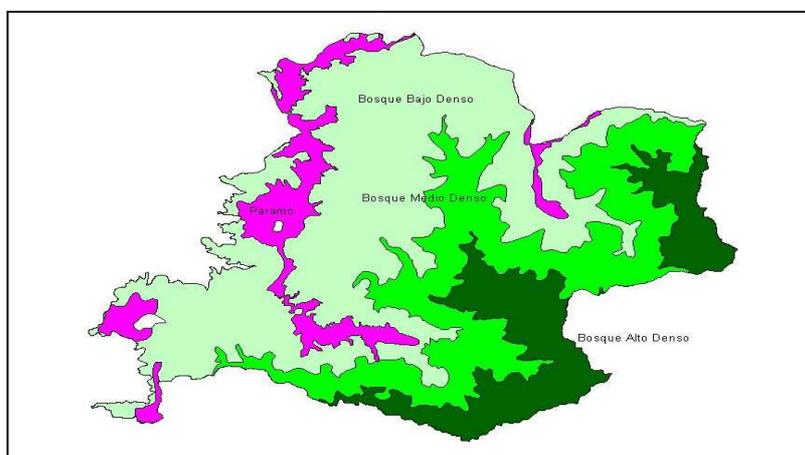
2.2.2.2 Cobertura vegetal. En el cuadro 1 se muestran los tipos de cobertura y el área que ocupan dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel (PNN CVDJ- C). En la figura 2, se puede observar la distribución de las coberturas en el parque.

Cuadro 1. Tipos de cobertura Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel.

COBERTURA	AREA (ha)
Bosque Alto Denso	10018.1
Bosque Medio Denso	16967.3
Bosque Bajo Denso	32054.3
Páramo	6818.4
Total	65858,1

Fuente. Plan de Manejo PNN CVDJ-C 2008-2013.

Figura 3. Mapa de coberturas vegetales Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel.



Fuente. Plan de manejo PNN CVDJ-C 2008- 2013.

2.2.3 Páramo de Achupallas. Se encuentra localizado en los 3400-3600 msnm, en la vereda de Montañitas en el municipio de Bolívar Cauca. Presenta áreas con mínimo grado de intervención y áreas no intervenidas prístinas, con composición y estructura original de ecosistemas paramunos. Además posee elementos de valor escénico y cultural, tales como la loma Echada y el cerro El Horno o Doncella. (Plan de Manejo PNN CVDJ- C, 2008).

El páramo se encuentra en la parte alta del Río Sambingo, importante para el abastecimiento de acueductos rurales del corregimiento de los Milagros. Esta área está clasificada como parte de la zona primitiva del parque que según el decreto 622 de 1977 art 5, literal 2, la define como “zona que no ha sido alterada, o ha sufrido mínima intervención humana en sus estructuras naturales”.

En el ecosistema de páramo del PNN Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel se reportan 14 nuevas comunidades vegetales para Colombia, 10 de ellas amenazadas, entre las que se encuentra la *Ranunculus guzmanii* y la *Pentacalia fimbriifera*. (Plan de Manejo PNN CVDJ- C, 2008). En el páramo de Achupallas no se reportan estudios acerca de la vegetación, esta investigación es la primera que se desarrolla en la zona.

2.3 INVENTARIOS DE BIODIVERSIDAD

El inventario se considera como el reconocimiento, ordenamiento, catalogación, cuantificación y mapeo de entidades naturales como genes, individuos, especies, poblaciones, comunidades, ecosistemas o paisajes. (Villarreal, *et al.*, 2006). Por esto es la forma más directa de reconocer la biodiversidad de un lugar.

Los datos provenientes de los inventarios pueden ser procesados, contextualizados y analizados para definir la caracterización de la biodiversidad; pueden tener aplicación en sistemática, ecología, biogeografía y manejo de ecosistemas entre otros. Ellos aportan información sobre el estado de conservación de la biodiversidad, la detección y evaluación de cambios biológicos y ecológicos, y la estimación de la proporción de la biodiversidad que falta inventariar.

Así, un inventario de biodiversidad permite “el conocimiento de los diferentes niveles jerárquicos de organización de la vida (genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas), junto con sus atributos de composición, estructura y funcionalidad”. (Villarreal 2006).

Para la adecuada planeación y diseño de un inventario debe tenerse en cuenta la definición precisa de los objetivos que a su vez determina el nivel de organización, la escala e intensidad de muestreo, la selección de grupos biológicos taxonómicos, la implementación de métodos de muestreo adecuados para cada uno y por último la generación, captura y organización de los datos, de forma que se facilite su uso.

2.3.1 Evaluación de cobertura vegetal. La vegetación natural es el conjunto resultante de la asociación e interacción espacio – temporal de los diferentes tipos de especies vegetales que cohabitan en una zona geográfica. Las plantas como productores primarios de los ecosistemas determinan las relaciones directas con los demás componentes bióticos y abióticos del medio, influyendo en la calidad y

cantidad de agua, en la fertilidad y disminución de la erosión de los suelos, en la filtración atmosférica, el mantenimiento del microclima local, la diversidad animal, etc. La vegetación, es entonces, el recurso de los demás recursos. De la caracterización de la cobertura se debe obtener información acerca de la riqueza específica o diversidad alfa y datos de la estructura que permitan establecer el estado de las áreas a estudiar. (Rangel, 2000).

2.3.2 Diversidad y riqueza. Se han distinguido tres niveles de diversidad biológica: La diversidad alfa, que es la diversidad dentro del hábitat o diversidad intracomunitaria; diversidad beta o diversidad entre diferentes hábitats, que se define como el cambio de composición de especies a lo largo de gradientes ambientales y finalmente la diversidad gama, que es la diversidad de todo el paisaje y que puede considerarse como la combinación de las dos anteriores (Halffter (1992), Crawley (1997), Krebs (1989), Kolwell (1997) y Magurran, (1988)).

La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea (Murillo, 2002). Algunos índices para su medición son:

Riqueza específica (S): número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.

Índice de Simpson: manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes.

Índice de Shannon-Wiener: expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

Diversidad beta es el grado de cambio o remplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje (Murillo, 2002).

Coeficiente de similitud de Jaccard: el intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies.

Complementariedad: la complementariedad expresa el grado como se complementa la composición entre dos muestras considerando el número de especies exclusivas en cada muestra en relación con el número total de especies resultado de la unión de las dos muestras (Villareal, et al., 2004)

La diversidad se compone de dos elementos, riqueza y abundancia relativa de especies, su expresión se logra mediante el registro del número de especies, la descripción de la abundancia relativa o mediante el uso de una medida que combine los dos componentes (Murillo, 2002).

El término riqueza de especies, hace referencia al concepto más antiguo y simple sobre la diversidad biológica, y expresa el número de especies presentes en una comunidad. Las dificultades de utilizar esta medida, radica en que a menudo no es posible medir la totalidad de especies presentes en la comunidad. Otro concepto de gran importancia en los estudios de diversidad biológica es el de uniformidad o equidad (*evenness*), el cual hace referencia a la cuantificación de comunidades cuyas especies están representadas con diferente número de individuos, frente a una comunidad hipotética en la cual todas las especies están igualmente representadas. Por otro lado el término heterogeneidad propuesto, combina la riqueza de especies y la uniformidad. Hace referencia a la probabilidad de que dos individuos extraídos al azar de una población, pertenezcan a especies diferentes (Murillo, 2002).

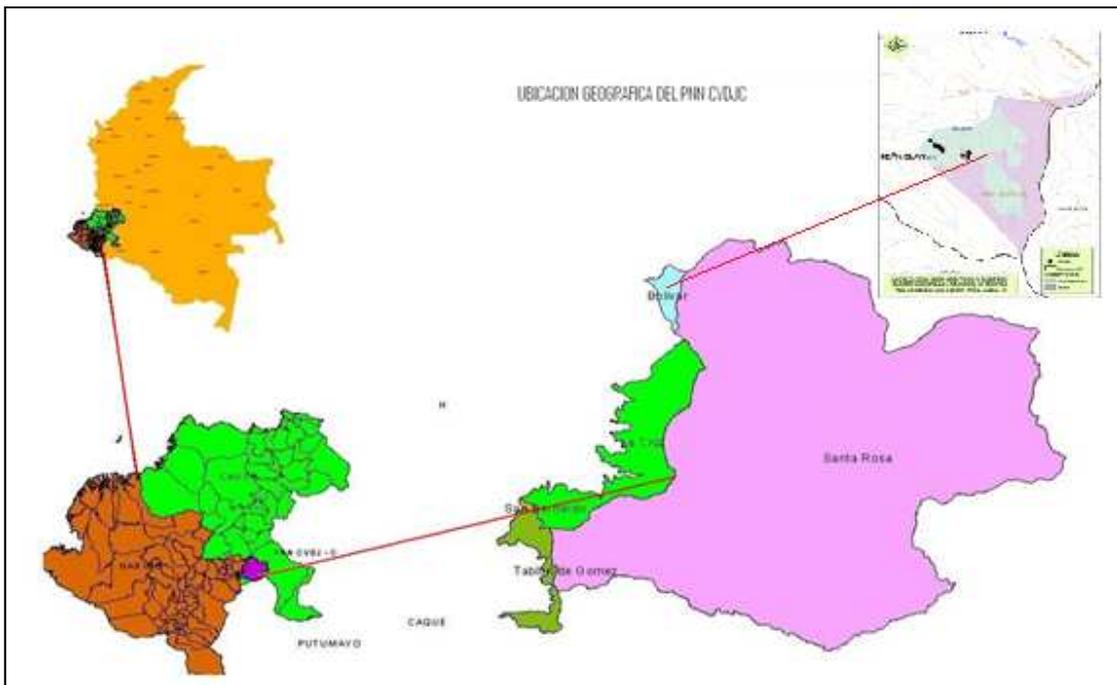
2.3.3 Evaluación de riqueza de especies. Se utilizan esencialmente medidas del número de especies en una muestra definida y normalmente se presentan como índices de densidad de especies, curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos para la riqueza de especies (Magurran, 1988; Kolwell, 1997; Krebs, 1989 citado por Murillo, 2002).

3 METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel (PNN CVDJ-C), posee un área total de 65858,931 hectáreas y está localizado al sur de Colombia, sobre la cordillera Centro-Oriental de los Andes entre los departamentos de Cauca y Nariño. En el Cauca, se extiende en los municipios de Bolívar y Santa Rosa, siendo este último, el municipio con mayor área dentro del parque (80% del total). Para el departamento de Nariño, están los municipios de La Cruz, San Bernardo y El Tablón de Gómez, que conjuntamente representan un 15% del área (Plan de Manejo, PNN CVDJ- C 2008). (Ver figura 3).

Figura. 4. Localización general del área del PNN CVDJ-C y páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca.



Fuente: plan de manejo.2008-2013 PNN CVDJ-C.

El polígono que conforma el área protegida está definido por las siguientes coordenadas planas según el GCS Datúm MAGNA SIRGAS año 2005: NORTE: X = 1.032.511,12 metros – Y = 678.930,55 metros, ORIENTE: X = 1.051.944,44 metros – Y = 662.888,88 metros, OCCIDENTE: X = 1.035.798,13 metros – Y =

648.624,25 metros, SUR: X = 1.012.899,80 metros – Y = 656.730,90 metros (Plan de Manejo, PNN CVDJ- C 2008- 2013).

En el municipio de Bolívar, departamento del Cauca, el Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel, tiene a su cargo una extensión de 1671 hectáreas que corresponden al 2.6% de la totalidad del parque; de las cuales cerca de 800 hectáreas pertenecen al páramo de Achupallas que se encuentra localizado entre 3400-3600 msnm, en las veredas de Montañitas.

Este sector se encuentra limitado por el norte con el río Achupallas y Loma echada; por el occidente con la divisoria de aguas, entre los nacimiento del río Achupallas o Sambingo y el Platayaco; por el oriente, con el cerro El Horno o las Doncellas; por el sur con el nacimiento del Río Mayo. (Plan de Manejo, PNN CVDJ- C 2008- 2013).

La zona de estudio se eligió por ser un área representativa para el complejo de páramos dentro del parque, de gran importancia para el municipio de Bolívar.

3.2 DESARROLLO DEL TRABAJO

En la etapa preliminar al desarrollo del trabajo de campo, se recopiló y estudió información sobre el Plan de Manejo y programas del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel; posteriormente se delimitó el área de estudio, la clasificación de las coberturas vegetales y geoforma del páramo de Achupallas, Municipio de Bolívar Cauca, dentro del PNN CVDJ- C, definida con base en el análisis e interpretación de imágenes de satélite LANDSAT 959 año 2000 y 2001 a una escala 1: 100.000; bajo la asesoría del Geógrafo de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Carlos A. Ramírez.

3.2.1 Verificación de coberturas. La comprobación en campo de las coberturas determinadas, se realizó mediante recorridos con GPS y el acompañamiento del operario del parque, Pablo Samboní. La finalidad de esta actividad fue contrastar la información proporcionada por las imágenes satelitales. Este procedimiento se realizó tomando puntos de control y se hicieron algunas observaciones de la zona para posteriormente establecer el muestreo, teniendo en cuenta los patrones de distribución de las coberturas y la accesibilidad. Además en dichos recorridos se realizó una colecta libre de muestras botánicas con estructuras reproductivas para su posterior identificación en herbario. (Ver anexo B).

3.2.1.1 Establecimiento del muestreo. Esta etapa se desarrolló después de la comprobación en campo de las coberturas vegetales. El muestreo se realizó mediante el método de Gentry (1982). Este método propone parcelas de 100 m² para vegetación arbustiva y arbórea (arbustales, bosques densos y semidensos) distribuidos en rectángulos de 50m x 2m. El tamaño de las parcelas para vegetación en complejos de pajonales – arbustales, pajonales – frailejonales, arbustales – frailejonales, fue de 25 m². (Ver anexo C).

En la investigación se encontró que en el área de estudio existían dos tipos de cobertura vegetal, que para el diseño elegido (muestreo aleatorio estratificado) se clasificaron como estrato I para indicar la cobertura de páramo y estrato II para el bosque altoandino. Así se determinó el establecimiento de 9 parcelas de 25 m² en el páramo y 6 parcelas de 100 m² en bosque altoandino (cuadro 2), en las que se midió la altura de los individuos vegetales.

Cuadro 2. Unidades de tierra muestreadas en páramo y bosque altoandino. Páramo de Achupallas, municipio de Bolívar de Cauca dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel.

Parcela	Coordenadas planas		Altura (msnm)	Área m ²	Estrato
	Longitud	Latitud			
1	-76,874417	1,652778	3348	100	Bosque altoandino
2	-76,875167	1,653306	3312	100	Bosque altoandino
3	-76,874694	1,653028	3320	100	Bosque altoandino
4	-76,875722	1,653556	3305	100	Bosque altoandino
5	-76,874111	1,652472	3366	100	Bosque altoandino
6	-76,874306	1,652778	3354	100	Bosque altoandino
7	-76,868944	1,651361	3513	25	Páramo
8	-76,868889	1,651056	3515	25	Páramo
9	-76,868750	1,652139	3573	25	Páramo
10	-76,868694	1,651972	3503	25	Páramo
11	-76,869306	1,650944	3500	25	Páramo
12	-76,869000	1,652083	3527	25	Páramo
13	-76,868472	1,651694	3559	25	Páramo
14	-76,869056	1,650778	3538	25	Páramo
15	-76,869200	1,650812	3545	25	Páramo

En el estrato páramo, para las parcelas de vegetación herbácea y arbustiva, en las espesas formaciones arbustivas con pajonal y herbazal característicos en este

estrato, se registró el porcentaje de cobertura que ocupaban las diferentes especies (proporción de terreno ocupado), además se registran el nombre de cada especie, su frecuencia y su abundancia. Para el estrato bosque altoandino se registraron los nombres de cada especie su frecuencia y abundancia. En todas las parcelas se registraron las características de las especies para facilitar su identificación en el herbario (Ver anexo D y E).

Las muestras botánicas colectadas en los dos estratos y en la colecta libre fueron empacadas en bolsas plásticas de manera separada, luego cada muestra se colocó en papel periódico debidamente marcado y prensado para ser bañado en alcohol al 90%.

3.2.2 Identificación de especies. En esta etapa se realizó el proceso de secado, organización e identificación de las muestras botánicas, bajo asesoría del Botánico y Docente Bernardo Ramírez en el Herbario CAUP de la Universidad del Cauca. (Ver anexo F).

3.3 ANÁLISIS DE DATOS

En esta etapa se realizó la revisión y organización del material vegetal que se colectó en campo y se identificó posteriormente. Además se sistematizaron los datos para la manipulación de la información espacial y su análisis respectivo.

El cálculo de los índices de diversidad y riqueza se realizaron mediante el programa BioDiversity Pro para los estratos páramo y bosque altoandino. Se utilizaron diferentes índices para analizar la diversidad alfa y beta. Para medir dominancia se utilizaron los índices de Simpson, índice de predominio; la equidad se midió con Shannon Wiener; la similitud con el índice de Jaccard, y se analizó la complementariedad entre los 2 estratos.

Se hicieron análisis estadísticos de varianza para determinar diferencias entre los dos estratos con respecto al número de individuos, presencia o ausencia, familias, géneros y especies.

4. RESULTADOS

4.1 RIQUEZA Y COMPOSICION FLORÍSTICA

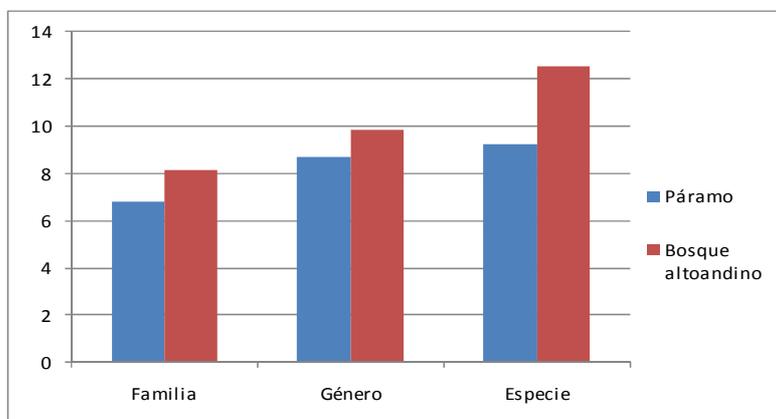
En las 15 parcelas inventariadas se reportaron un total de 159 individuos de los cuales 84 pertenecen al estrato uno o páramo y 75 al estrato dos o bosque altoandino. Se identificaron un total de 23 familias, 35 géneros y 48 especies en ambos tipos de vegetación, encontrándose 12 especies en común entre ellos como se ilustra en el Cuadro 3. Además se recolectaron 3 morfo especies que no lograron ser identificadas por la ausencia de flores y frutos. (Ver anexo G).

Cuadro 3. Especies compartidas en los estratos páramo y bosque altoandino en el páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.

No	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	NOMBRE COMÚN
1	<i>Cybianthus marginatus</i>	Myrsinaceae	No especificado
2	<i>Desfontaina spinosa</i>	Loganiaceae	Zarzaparrilla
3	<i>Diplostephium sp</i>	Asteraceae	Puliso
4	<i>Disterigma alaternoides</i>	Ericaceae	Pipisiqui
5	<i>Freziera sp</i>	Theaceae	Motilón silvestre
6	<i>Hypericum aciculare</i>	Clusiaceae	Pino de páramo
7	<i>Miconia chlorocarpa</i>	Melastomataceae	Mortiño
8	<i>Miconia gleasoniana</i>	Melastomataceae	Mortiño
9	<i>Miconia sp</i>	Melastomataceae	Mortiño
10	<i>Pernethya prostata</i>	Ericaceae	Morida
11	<i>Themistoclesia compacta</i>	Ericaceae	Chaquilulo
12	<i>Weinmannia brachystachya</i>	Cunoniaceae	Encenillo

Las familias con mayor número de especies para todo el estudio fueron Ericaceae 20.8%, Asteraceae y Melastomataceae 10.4% cada una, Araliaceae y Myrsinaceae 6.5% cada una. Las familias con el mayor número de géneros fueron Ericaceae 17.1%, Asteraceae y Melastomataceae 8.6% cada una, Araliaceae, Myrsinaceae y Orchidaceae, cada una 5.7%. 17 familias reportaron un solo género equivalente a 49.3% del total de los géneros. La figura 4 representa la riqueza de familias, géneros y especies encontradas en los dos estratos muestreados.

Figura 5. Porcentaje de riqueza para familias, géneros y especies en los estratos páramo y bosque altoandino, en el páramo de Achupallas, Municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.



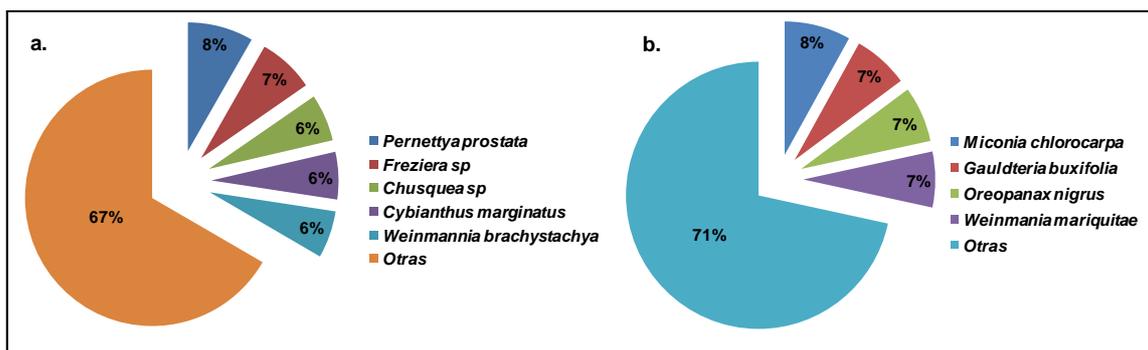
En el estrato páramo se reportaron 15 familias, 22 géneros y 27 especies. Las familias con mayor participación de especies fueron Ericaceae 22.2%, Melastomataceae 11.1%, Myrsinaceae, Asteraceae, Clusiaceae, Orchidaceae cada una con 7.4 %. 9 familias reportaron una sola especie equivalente a 33.3%. Las familias con mayor número de géneros fueron Ericaceae 27,3% de los géneros encontrados, Myrsinaceae y Orchidaceae cada una 9.1%. Las familias reportadas con un solo género son 12 equivalente a 54.5%. Los géneros con mayor número de especies son *Miconia* 11.1%, *Diplostephium* e *Hypericum* 7.1% cada uno.

En el estrato bosque alto andino se registraron 17 familias, 25 géneros y 32 especies. Las familias con mayor número de especies fueron Ericaceae 18.75% de las especies muestreadas, Asteraceae 12.5%, Melastomataceae 9.4%, Araliaceae, Cunnoniaceae y Myrsinaceae con 2 especies cada una 6.3%. Las familias con mayor número de géneros fueron Ericaceae 16% de la totalidad de géneros registrados en este estrato, Asteraceae y Melastomataceae 12% cada una, Myrsinaceae 8%. Las familias representadas con un solo género son 13 equivalente a 52%. Los géneros con mayor número de especies son *Miconia* 9.4%, *Diplostephium*, *Disterigma*, *Gaultheria*, *Oreopanax* y *Weinmannia* 6.3 % cada uno.

4.1.1 Abundancia de especies. En el páramo las especies más abundantes fueron *Pernettya prostrata* 8.3%, *Freziera sp.* 7.1%, *Chusquea sp.*, *Cybianthus Marginatus* y *Weinmannia brachystachya*, cada una 6%. 22 especies reportaron una abundancia menor a 5%

En el bosque altoandino las especies más abundantes fueron *Miconia Chlorocarpa* 8.1%, seguida por *Gaultheria buxifolia*, *Oreopanax nigrus* y *Weinmania mariquitae* 6.8%. 28 especies reportaron una abundancia menor a 6%. Ver figura 5.

Figura 6. Abundancia de especies a) páramo y b) bosque altoandino, en el páramo de Achupallas, Municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.



4.1.2 Diversidad. Como se presenta en el cuadro 4, los valores para los índices de diversidad alfa y beta indican que el páramo reveló una menor diversidad que el bosque alto andino, sin embargo la abundancia relativa de las especies en ambos ecosistemas fue semejante. Se encontró que los dos estratos son similares sin embargo, esta similaridad es explicada debido a que el número de especies y la abundancia de cada una son parecidos para los dos estratos. Según el análisis de complementariedad los dos estratos poseen especies diferentes a pesar de que el 25% del total de las especies es común en los dos estratos.

Cuadro 4. Índices de diversidad alfa y beta en el páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.

ÍNDICE	ESTRATO		OBSERVACIÓN
	PÁRAMO	BOSQUE ALTOANDINO	
SIMPSON	0,05	0,05	Este índice representa la probabilidad de que si tomas 2 individuos al azar de la misma comunidad, ambos sean de la misma especie. El valor mínimo para este índice es 1, lo que muestra que no hay diversidad y que la dominancia es alta. En este caso el resultado está más cercano a 0, esto representa que en los dos estratos hay baja dominancia y una alta diversidad.

Cuadro 4. (Continuación)

SHANNON WIENER	3,17	3,23	Este índice se basa en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema, se expresa con un valor de 1 a 5, donde 5 representa la mayor probabilidad, entonces la probabilidad de encontrar determinado individuo es alta en los dos estratos.
JACCARD	0,3		Los valores para este índice oscilan entre 0 y 1, donde 0 representa que no hay especies compartidas entre ambos sitios y cuando el valor se acerca a 1 representa que los dos sitios tienen la misma composición de especies, en el páramo de Achupallas puede considerarse que las especies compartidas son pocas.
COMPLEMENTARIEDAD	0,74		Este índice mide el grado de disimilitud en la composición de especies entre dos ecosistemas, varía desde 0 a 1, donde 0 representa que ambos sitios son idénticos y 1 uno cuando hay diferenciación entre ellos. Existiendo diferencia entre los estratos estudiados.

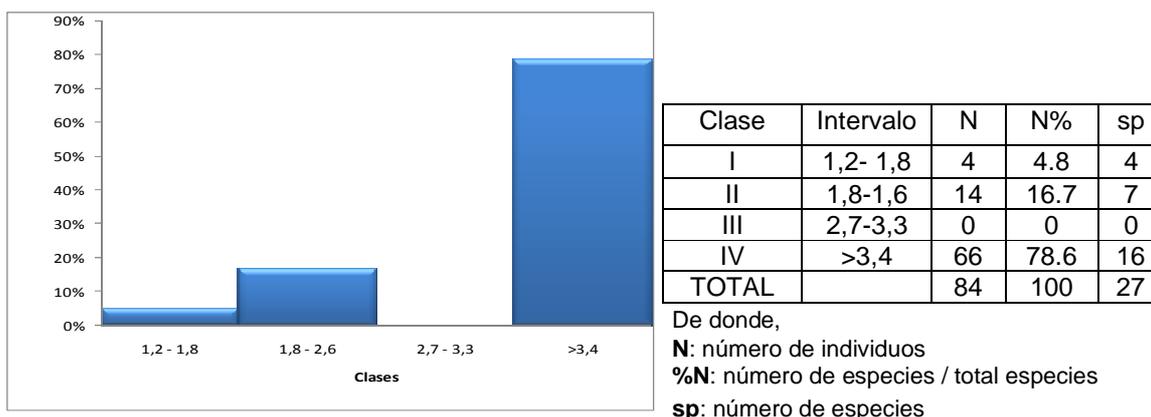
4.2 ESTRUCTURA

4.2.1 Frecuencia de especies. Las especies más frecuentes en el páramo fueron *Pernettya prostata* 8,3%, *Freziera sp* 7,1% y *Chusquea sp*, *Cybianthus marginatus* y *Weinmannia brachystachya* con 6% cada una. En el bosque altoandino la especie más frecuente fue *Miconia Chlorocarpa* 8,1%. *Gauldteria buxifolia*, *Oreopanax nigrus* y *Weinmannia mariquitae* con 6,8% cada una y *Miconia gleasoniana*, *Miconia sp*, *Oreopanax seemannianus* con 5,4% cada una. Una característica importante es la frecuencia representativa del género *Weinmannia* en los dos estratos.

Como lo indica el histograma de frecuencias (Ver figura 6), en el estrato I (páramo), las especies están bien distribuidas dentro del territorio, pues la mayoría de especies se encuentran dentro de la clase IV; es decir las especies que se agrupan en dicha clase son las que representaron un porcentaje de frecuencia

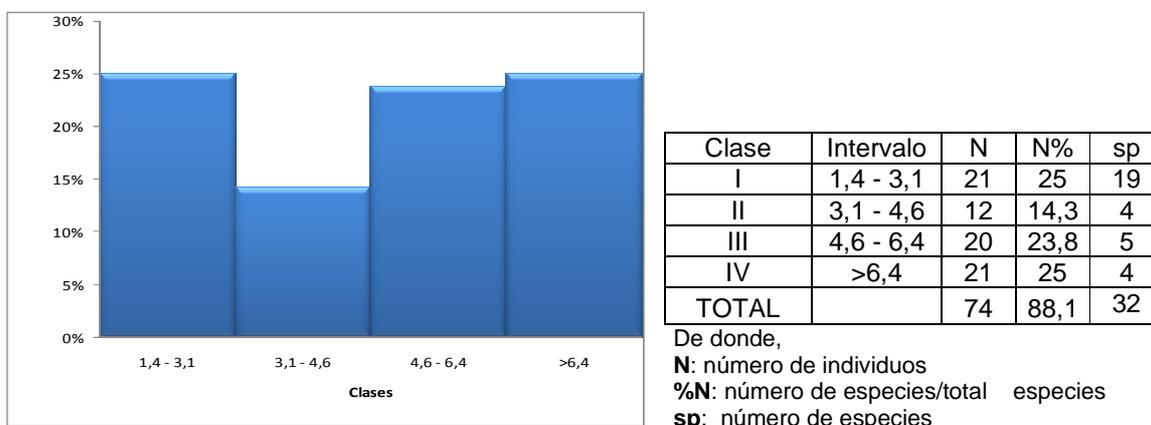
mayor a 3.4% ó especies cuyas apariciones oscilan entre 3 y 7 veces en las parcelas muestreadas.

Figura 7. Histograma de frecuencias, estrato I (páramo). Páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.



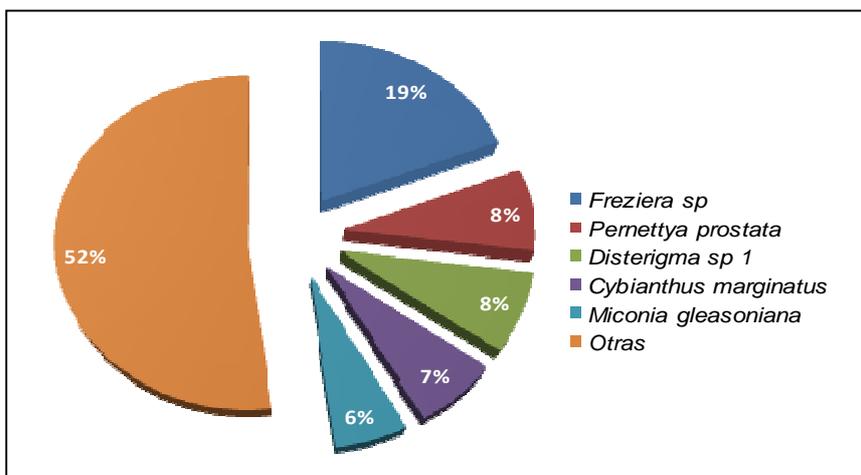
Para el estrato II (bosque altoandino), el histograma de frecuencias (Ver figura 7), muestra que las especies se encuentran distribuidas con igual porcentaje en la clase I y clase IV; sin embargo vale aclarar que la clase I representa los individuos con una frecuencia menor a 3.1%, es decir en esta clase aparecen varias especies, representadas con 1 ó 2 individuos, en tanto que en la clase IV aparecen unas pocas especies con 5 ó 6 individuos; es decir aquellas cuya frecuencia es mayor a 6.4%. Las otras dos clases contienen las especies cuya representación está entre 3 y 4 individuos por especie.

Figura 8. Histograma de frecuencias, estrato II (bosque altoandino). Páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.



4.2.2 Cobertura vegetal. La especie que ocupó mayor proporción de terreno en el páramo fue *Freziera sp* 19,4%, continua *Pernettya prostata* 7,8%, *Disterigma sp* 7,7%, *Cybianthus marginatus* 7,2% y *Miconia gleasoniana* 5,4%, las 21 especies restantes presentaron un porcentaje menor al 5%. Este porcentaje solamente se analizó en el estrato páramo por las espesas formaciones arbustivas presentes. (Ver Figura 8).

Figura 9. Porcentaje de cobertura de las especies en el páramo de Achupallas, Municipio de Bolívar Cauca, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.



4.2.3 Dominancia de especies. En el estrato I (páramo), la especie que ejerce mayor influencia en virtud del número de individuos fue *Pernettya prostata* y en el estrato II (bosque altoandino), la especie que dominó fue *Miconia chlorocarpa*. Según el índice de predominio (Odum, 1972) estas especies se califican como dominantes ecológicos.

5. DISCUSIÓN

En el inventario general del análisis estructural y florístico del páramo de Achupallas, localizado en el municipio de Bolívar departamento del Cauca dentro del Parque Nacional Complejo Volcánico Doña Juana, dónde se muestrearon 15 parcelas que registraron un total de 159 individuos, se encontró un total de 48 especies, 35 géneros y 23 familias (Anexo G). Este número de especies representa un 16.8% de las especies registradas en el parque. El número de géneros representa un 25.5% del total y las familias equivalen a 38.3%. (Díaz y Ramírez, 2002).

La información reportada por este estudio, muestra que el páramo de Achupallas reporta alta diversidad de especies, concordando con los estudios realizados por (Díaz., 2003) para el Complejo Volcánico Doña Juana. Sin embargo el número de especies es bajo; este número se debe a que en el área estudiada eran evidentes disturbios naturales, que pueden ser ocasionados por animales, fenómenos de erosión, lluvias y vientos, los cuales producen deslizamientos en microescalas y están asociados a fluctuaciones climáticas anuales y a la heterogeneidad que resulta de la variación en la topografía, geología y condiciones del suelo, como el relieve abrupto, característico de la Cordillera Central, donde reposa el páramo de Achupallas. En el caso de los animales, los disturbios producidos por ellos operan también a pequeñas escalas y producen una dinámica de claros en la vegetación. (MMA; 2002). A pesar de que el ecosistema estudiado está sujeto a factores físicos limitativos, la diversidad de especies es alta, condición que puede estar sustentada en que este es un ecosistema controlado biológicamente y además es importante comprender que la diversidad tiene un número de componentes que responderá acaso de modo muy distinto a los factores geográficos, de desarrollo o físicos. Así pues, una diversidad alta significa cadenas de alimentos más largas y más casos de simbiosis (mutualismo, parasitismo, comensalismo, etc.), mayores posibilidades de control de la retroalimentación negativa, que reduce oscilaciones y, por consiguiente, aumenta la estabilidad. (Odum, 1972).

Comparando los resultados de familia, género y especie, obtenidos en esta investigación con estudios realizados en diferentes páramos del país se observa que la diversidad de géneros y especies es incluso más alta que en páramos como el de Pijao (Quindío) y Villa María (Caldas). (Ver cuadro 5).

Cuadro 5. Resumen de composición florística de páramos colombianos, comparados con el páramo de Achupallas, municipio de Bolívar Cauca dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel.

Páramo	Familia	Género	Especie
Achupallas (Cauca)	15	22	27
Azufra, Galeras y Cumbal.	47	127	227
Belmira (Antioquia)	36	80	117
Chiles (Nariño)	34	80	116
Chisacá (Choco)	45	132	274
Las Delicias (Cauca)	56	108	127
Pijao (Quindío)	17	19	20
Rabanal (Boyacá)	61	155	214
Villa María (Caldas)	19	32	35

En el estudio realizado en el páramo de Achupallas se encontró que la familia más importante fue Ericaceae con 7 especies, seguida de Melastomataceae con 3 especies, Asteraceae, Clusiaceae, Myrsinaceae y Orchidaceae con 2 especies cada una. Estas familias son características de esta zona (Díaz y Ramírez, 2002).

Relacionando los resultados obtenidos en el presente estudio con el estudio realizado en el páramo de Las Delicias (Ocampo, 2009), hay coincidencia en cuatro de las familias representativas del ecosistema paramuno. (Ver cuadro 6). Es necesario aclarar que estudios realizados en otros páramos presentan diferencia en el tamaño del área muestral.

Cuadro 6. Principales familias páramo Achupallas PNN CVDJ – C y Páramo Las Delicias Cauca

Familia	Páramo de Achupallas PNN CVDJ - C	Páramo de la Delicias (Cauca)
Ericaceae	X	X
Melastomataceae	X	X
Asteraceae	X	X
Myrsinaceae	X	X
Orchidaceae	X	
Clusiaceae	X	

En el estudio estructuralmente se distinguen dos estratos el de vegetación de páramo y el de vegetación de bosque alto andino, encontrándose el 56,3% en el estrato de vegetación de páramo, distribuido en 27 especies, dónde las especies de mayor ocurrencia fueron *Pernettya prostata*, cuyo género se caracteriza por aprovechar las grietas de las rocas que acumulan calor y crecen sobre ellas,

abrazándolas (Rivera, 2001), *Freziera sp*, especie característica en esta zona del país (Díaz y Ramírez, 2002), muestra adaptaciones como imbricaciones en el cáliz, mecanismo diseñado para protegerla del viento desecante, disminuir la pérdida de agua y tolerar las bajas temperaturas y la alta insolación (Rivera, 2001). Otras especies representativas *Chusquea sp*, *Cybianthus marginatus* y *Weinmannia brachystachya* ó encenillo, especie con distribución restringida a los páramos del sur de los Andes de Colombia, especie que en este estudio se encontró en los dos estratos, asegurando su lugar en la estructura y composición del páramo, debido seguramente al éxito reproductivo y adaptabilidad de cambios en el páramo y franja altoandina. (Plan de Manejo, PNN CVDJ- C 2008- 2013).

En el estrato de vegetación de bosque altoandino se registraron un número mayor de especies 66.7%, las especies dominantes fueron *Miconia chlorocarpa*, *Gaultheria buxifolia* y *Weimannia mariquitae*, que acompañada de otras menos representativas como *Clethra ovalifolia*, *Hesperomeles obtusifolia*, permiten reconocer la franja altoandina que según Rangel (2000) está ubicada entre los 3000 y 3200 msnm. Pero que en esta investigación oscilo en el rango de los 3305 y 3366 msnm. Así se ratifica lo expuesto por Guhl (1982) quien describió que los páramos no son iguales aunque presentan características biofísicas comunes como los suelos ácidos, baja presión atmosférica, sequedad, y humedad del aire, a la vez, bajas temperaturas con fuertes oscilaciones diurnas.

En el estrato I (páramo), la distribución fue más uniforme pues se encontró que 16 especies estaban representadas por 4,5 y 6 individuos, y un porcentaje muy bajo fue representado por las especies raras (1 solo individuo por especie).

La distribución en los dos estratos fue diferente, en el estrato II (bosque altoandino), se presentó una uniformidad mínima, pues se encontró que 3 especies estaban representadas cada una con 5 y 6 individuos y 19 especies representadas, cada una por 1 y 2 individuos. Aquí esta comunidad natural contiene unas pocas especies con grandes números de individuos (las especies comunes ó dominantes) y muchas especies representadas cada una por pocos individuos (especies raras). (Odum, 1972). Este estrato presentó mayor diversidad que el estrato páramo, debido a que las comunidades en medios estables tienen diversidades de especies más altas que las comunidades sujetas a perturbaciones estacionales o periódicas, ya sea por parte del hombre o la naturaleza. (Odum 1972).

Las especies dominantes en esta investigación se tomaron en virtud del número de individuos, sin embargo no es fácil determinar las especies dominantes pues los dominantes en una comunidad pueden ser los más numerosos, los que poseen

la mayor biomasa, los que se adelantan a acaparar la mayoría del espacio, los que realizan la mayor contribución al flujo de energía ó al ciclo de nutrientes, los que de alguna u otra manera controlan ó influyen sobre el resto de la comunidad. (Smith 2005). Las comunidades, tienen productores, macroconsumidores y microconsumidores. En el seno de estos grupos, las especies ó los grupos de especies que controlan en gran parte la corriente de energía se designan como dominantes ecológicos. (Odum 1972). En este caso en los dos estratos se determinó como especie dominante la que reportó mayor número de individuos y la que se distribuyó a lo largo de todo el muestreo, así en el estrato I (páramo) fue *Pernettya prostata* y en el estrato II (bosque altoandino), la especie que dominó fue *Miconia chlorocarpa*.

La forma y la estructura de las comunidades terrestres reflejan la vegetación (Smith 2005) y en este caso en las dos comunidades, según los índices de diversidad utilizados, existe diferenciación entre sí y el porcentaje de especies que comparten, constituyen el 25% de las especies totales. Además de recalcar las diferencias mencionadas anteriormente, en los dos estratos en cuanto a distribución y diversidad.

Otro hecho importante y que responde a la diferencia que existe entre los páramos fué la ausencia de individuos del grupo especial de las Asteráceas, denominado *Espelettinae* o frailejones; teniendo en cuenta que el muestreo se realizó desde los 3305 y 3573 msnm y que según algunos autores como, Cuatrecasas (1989), en este rango altitudinal se encuentra el nivel medio o páramo caracterizado por la dominancia de frailejones, permite aclarar que los límites altitudinales en que se ubican estos ecosistemas en las cordilleras no se deben generalizar a nivel nacional, debido a la diversidad de geofomas y topografías que se presentan en los Andes. (Van Der Hammen, 1996).

Teniendo en cuenta las características físicas del frailejón, este se constituye en un ecosistema en miniatura debido a la alta proporción de material muerto unido a la planta que crea un hábitat en el cual se integran el subsistema productivo, integrado por las partes descompuestas de la planta y sus descomponedores acompañantes (Rivera, 2001); contrastando estos requerimientos con las condiciones del relieve, en donde se realizó el muestreo dentro del páramo de Achupallas, PNN Complejo Volcánico Doña Juana, este posee suelos superficiales o muy superficiales y de muy baja fertilidad, carentes de una capa orgánica compacta y de nutrientes, son ricos en aluminio y en caso de pérdida de cobertura vegetal son suelos fácilmente erosionables, no solo por su conformación sino también por las altas pendientes y alta pluviosidad (Villota, 2005). Se puede afirmar que las condiciones topográficas como la pendiente pronunciada y procesos erosivos en el sitio del levantamiento, limitan el desarrollo de esta

especie, reportada a partir de los 3200 msnm. Otro factor que se puede tener en cuenta es la disimetría de humedad, causada por las diferencias altimétricas de las crestas cordilleranas y la exposición a los vientos húmedos (Rivera, 2001); el páramo de Achupallas se encuentra sobre el flanco centro- oriental de los Andes lo que indica que se encuentra a sotavento de las masas de aire continental, por tanto habrá menor humedad, esto se explica en los registros de precipitación anual que en la zona oscila entre 1400 y 1600 mm (Plan de Manejo PNN CVDJ- C 2008- 2013).

En el muestreo no se reportaron las especies catalogadas como valores objeto de conservación del PNN CVDJ- C, de esta lista, reportamos dos géneros *Disterigma* y *Diplostephium*.

Cuadro 7. Plantas valores objeto de conservación y fuentes de presión Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel

VALORES OBJETO DE CONSERVACION	FUENTES DE PRESION								
	Fuera del PNN (Tipo A)							Dentro del PNN (Tipo)	
	Tala de bosque - fuente energetica	Tala bosque- establecimiento potreros	Tala bosque- cultivos pan coger	Introducción Trucha arco iris	Comercio ilegal de Fauna	Mineria-En proceso Titulos mineros	Quemas	Caceria	Turismo sin maerjo adecuado
PLANTAS									
<i>Pentacalia fimbriifera</i> ((Vulnerable - VU)									
<i>Ranunculus guzmanii</i> (Peligro Crítico - CR)									
<i>Puya cuatrecasasii</i> (Endemismo regional)									
<i>Calamagrostis guamanensis</i>									
<i>Diplostephium cayambense</i>									
<i>Espeletia pycnophylla</i>									
<i>Disterigma codonanthum</i>									
<i>Gentiana dracrydioides</i>									
<i>Geranium rhomboidale</i>									
<i>Gunnera tajumbina</i>									

Fuente: Plan de manejo PNN CVDJ-C, 2008.

El grupo investigador considera que el páramo de Achupallas es un ecosistema dónde no hay evidencia de intervención antrópica, muestra una alta diversidad que refleja que el páramo es un ecosistema con manejo y control biológico adecuado, lo que permite a las especies que allí habitan cumplir normalmente con su ciclo biológico.

Los factores que favorecen la conservación de un ecosistema estratégico como es el páramo de Achupallas son la gestión y manejo de la entidad Parques Nacionales Naturales Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel, quienes cumplen con un constante monitoreo, visitas y control periódico en el área de conservación; además del interés en fomentar la investigación para ampliar el conocimiento y campañas de concienciación ambiental y conservación a los habitantes e instituciones educativas de la zona de influencia del parque. Así podemos decir que el páramo de Achupallas se encuentra en buen estado y brindará innumerables servicios ambientales a la comunidad del norte del departamento de Nariño y sur del departamento del Cauca.

6. CONCLUSIONES

El análisis estructural y florístico del páramo de Achupallas, Bolívar Cauca, PNN CVDJ- C, permitió conocer interacciones en los estratos muestreados; aportando conocimiento para el estudio de un ecosistema tan complejo como es el páramo.

En el páramo de Achupallas, el subpáramo se encuentra bien definido a partir de los 3500 msnm, lo que confirma la dificultad para precisar y generalizar las franjas paramunas, ya que los factores que determinan estos límites son muy variables.

La ausencia de frailejones, en el área muestreada, puede estar explicada por las condiciones del terreno, pendiente fuerte y presencia de deslizamientos naturales por procesos erosivos y la influencia de lluvias y vientos.

Las especies del muestreo con mayor ocurrencia fueron *Pernettya prostata*, presente en 7 parcelas de las 9 muestreadas en el estrato páramo; en bosque natural *Miconia chlorocarpa* es la de mayor ocurrencia presente en todas las parcelas muestreadas.

La especie *Weinmannia brachystachya*, catalogada con distribución restringida para los páramos del sur de los Andes de Colombia (endemismos regionales), se reportó en los dos estratos como una de las especies de mayor ocurrencia; esto representa una buena distribución en la zona del páramo de Achupallas.

La investigación en aras de la conservación de ecosistemas estratégicos como el páramo, en el Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana, es relevante por su aporte a la regulación de cuencas hidrográficas estratégicas, que abastecen acueductos e hidroeléctricas de los municipios del norte de Nariño y sur del Cauca.

La caracterización florística y estructural de la franja altoandina y subpáramo del páramo de Achupallas, permite ampliar el conocimiento de estos ecosistemas frágiles brindando bases para futuros estudios en esta zona, pues conociendo la estructura y composición se pueden aplicar diferentes procesos investigación para la generación de planes conservación de las especies de páramo y bosque altoandino colombiano.

El aislamiento de ecosistemas estratégicos en las áreas protegidas de los Parques Nacionales Naturales, coadyuva en la conservación y dinámica natural de la flora y fauna.

El presente documento, puede aportar bases para futuras investigaciones con miras a plantear acciones de conservación y restauración en estos ecosistemas.

7. RECOMENDACIONES

A pesar de los estudios realizados en el páramo de Achupallas, Parque Nacional Complejo Volcánico Doña Juana- Cascabel es importante continuar con investigaciones, con el fin de comprender la dinámica y características de este ecosistema considerado estratégico

Es indispensable la continuidad de los programas propuestos en el plan de manejo para la sensibilización de los habitantes, en aras de contrarrestar la introducción de actividades productivas y/o ilícitas en el ecosistema paramuno, aledaño al Parque Nacional Complejo Volcánico Doña Juana.

La conservación de áreas naturales, como el páramo, debe ser prioridad en las políticas estatales, puesto que sus suelos ofrecen una mayor oferta de nutrientes para algunos cultivos, lo que implica que estos ecosistemas sean objeto de perturbaciones.

Se debe prestar especial atención al sector del páramo de Achupallas ya que es una zona de suma importancia hidrográfica en la cual no se han adelantado estudios, por esta razón es importante implementar proyectos que ayuden a la conservación, permanencia y efectividad de las interacciones que allí existen.

Es ineludible propiciar espacios para crear conciencia ambiental en la comunidad, dar a conocer las implicaciones de no preservar los recursos naturales, mostrando la diferencia entre un páramo en buen estado y los que presentan altos índices de degradación.

Los estudios realizados en páramo, pueden ser utilizados para medir los cambios que se presentan a raíz de fenómenos como el cambio climático, calentamiento global, etc.

Es pertinente promover campañas pedagógicas, sobre prácticas de manejo y uso sostenible en este tipo de suelos, dirigidas a la comunidad vecina al PNN CVDJ–C.

BIBLIOGRAFÍA

CARACTERIZACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DEL MACIZO COLOMBIANO, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM 2002. p 166, 167.

CONGRESO MUNDIAL DE PÁRAMOS. (Mayo, 2002: Cundinamarca, Colombia). Memorias tomo II: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Conservación Internacional Colombia. 204 p.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE NARIÑO-CORPONARIÑO, CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA-CRC, CORPORACION DE DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SUR DE LA AMAZONIA-CORPOAMAZONIA, INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEREOLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES-IDEAM, 2003. Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental del Complejo Volcánico Doña Juana, Cerro Juanoy y su área de influencia. Santa fe de Bogotá.

CORPONARIÑO, ESTUDIO SOBRE EL ESTADO ACTUAL DEL PÁRAMO DE CHILES, Diversidad florística Convenio Marco de Cooperación No. 07-129 Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Cabildo Indígena de Chiles,; WWF, Febrero 2009. p 53.

CORTÉS LOMBANA, Abdón. El páramo un ecosistema de alta montaña. 1 ed. Bogotá: Codice 1995. p 86, 97.

CUATRECASAS, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 10 (40): 221-264

DÍAZ GRANADOS ORTÍZ, Mario A., NAVARRETE GONZALES, Juan, SUÁREZ LÓPEZ, Tatiana; Páramos: Hidrosistemas Sensibles. En Revista de ingeniería facultad de ingeniería universidad de los andes: Noviembre. 2005, vol. Nº 22, p. 65.

DÍAZ-IBARRA, S. L. 2003. Caracterización de las comunidades vegetales del páramo Doña Juana, cordillera centro-oriental de los andes colombianos. Popayán, 117 p. Trabajo de grado (Bióloga). Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación. Departamento de Biología.

DIAZ-IBARRA, S. L. & B. RAMIREZ. 2002. Aspectos Fitogeográficos del Páramo del Volcán Doña Juana, Flanco occidental, Departamento de Nariño pp 237. Resúmenes XXXVII Congreso Nacional de Ciencias Biológicas. San Juan de Pasto.

GENTRY, A. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolution Biology* 15:1-84.

GEOINGENIERÍA y MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 1999 Identificación de prioridades para la gestión ambiental en ecosistemas de páramos, sabanas, zonas áridas y semiáridas y humedales de agua dulce.

GUHL, E. 1982. Los Páramos circundantes de la Sabana de Bogotá. Jardín Botánico "José Celestino Mutis". Bogotá. 127 p.

HALFFTER (1992), CRAWLEY (1997), KREBS (1989), KOLWELL (1997) y MAGURRAN, (1988) citados por: MELO CRUZ, Omar A. y VARGAS RÍOS Rafael. En: Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos. 2003. p. 80.
HEIKKINEN, R. K. 1996. Predicting patterns of vascular plants species richness with composite variables: a mesoscale study in Finís Lapland. *Vegetation* 126: 151-165, citado por UAESPNN, 2007

INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT - MMA. 1998, Mapa de ecosistemas.

LOZANO GALINDO L. (2008) COL-004-Juana Cascabel: Este es el nuevo Parque Natural. Biodiversity reporting award. Extraído el 16 de noviembre de 2009 desde <http://www.biodiversityreporting.org/article.sub?docId=27669&c=Colombia&cRef=Colombia&year=2008&date=September%202007>

MELO CRUZ, Omar A. y VARGAS RÍOS, Rafael. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. ISBN 956-9243-03-07. 1 ed. Ibagué. 2003. p. 80, 235

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña Colombiana: PÁRAMOS. Bogotá D.C., Colombia. 2002. p 24.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, dirección territorial sur andina; Plan de manejo 2008-2013, Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel. 2008.

MORENO, Claudia E. Métodos para medir la biodiversidad. 1 Ed. Zaragoza, España 2001. p 86. ISBN (volumen): 84 – 922495 – 2 – 8.

MURILLO CONTRERAS Lilibian. En: Medición de biodiversidad alfa y beta en dos tipos de vegetación del Parque Nacional Montecristo, El Salvador, diciembre 2002. p. 9, 10, 80, 81.

OCAMPO ZULETA, K. Caracterización florística de las comunidades vegetales presentes en el páramo de las Delicias, municipios de Totoró e Inzá, departamento del Cauca. Trabajo de grado ingeniería forestal. Popayán Cauca.: Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2009. 81 p.

ODUM, Eugene P. Ecología. 3 ed. México D.F. 1972. p 154- 170.

RANGEL, Op, 2000, Citado por MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Programa para el manejo sostenible y restauración de ecosistemas de la alta montaña colombiana. 1 ed. Bogotá DC: Ministerio de medio ambiente, 2002. p 21.

RANGEL, O. 2000. La región paramuna y la franja aledaña en Colombia en Colombia Diversidad biótica III. La región de vida paramuna.

RIVERA OSPINA, David. Páramos de Colombia, 2001. p 28, 29.

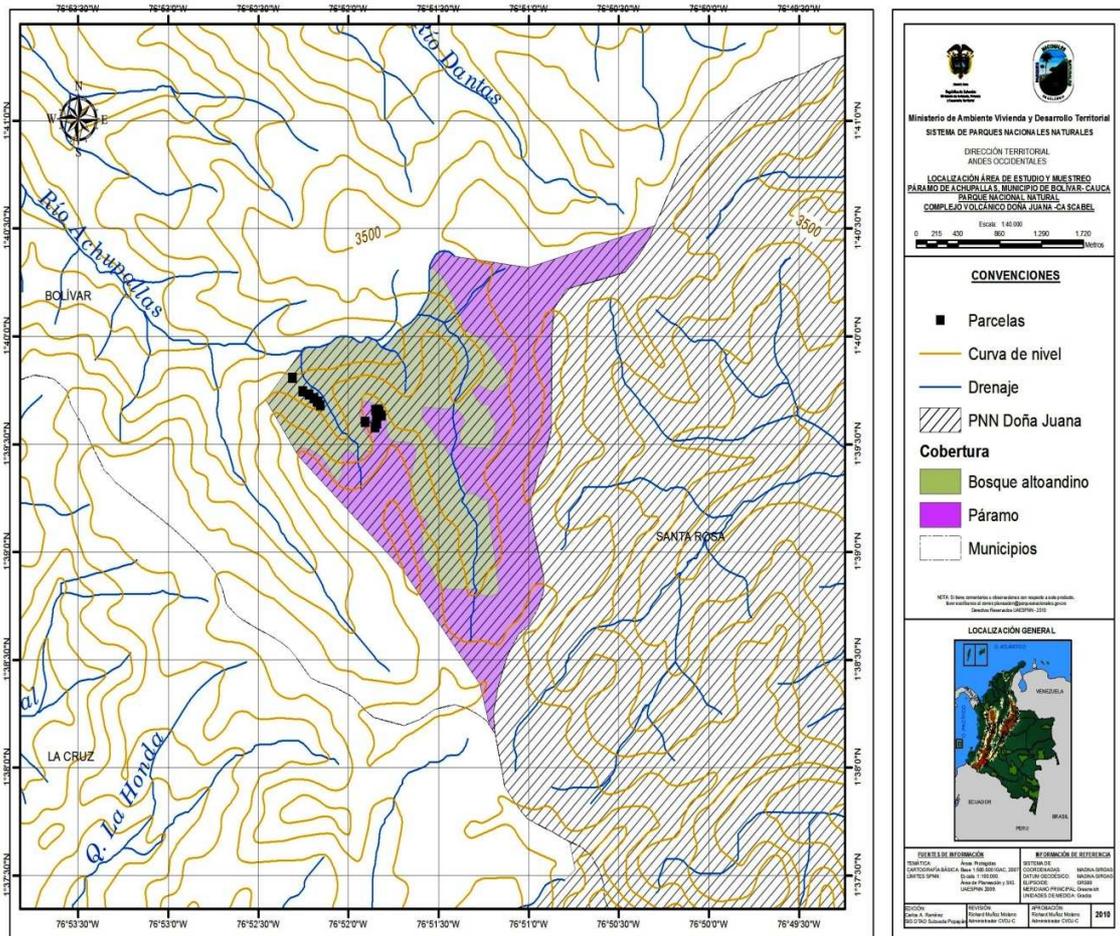
SMITH, Robert Leo & SMITH, Thomas M. Ecología. 4 ed. Madrid España, 2005. p 304- 313.

VAN DER HAMMEN, Thomas. 1997. Ecosistemas terrestres: Páramo. En: Chaves, M. E. y N. Arango (Eds.). 1997. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Instituto Humboldt, PNUMA, Minambiente. Pág 9-37.

VILLARREAL H., M. ÁLVAREZ, S. CÓRDOBA, F. ESCOBAR, G. FAGUA, F. GAST, H. MENDOZA, M. OSPINA Y A.M. UMAÑA. Plantas. En Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 2006. p. 22, 69-90.

VILLOTA, H. 2005. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Bogotá- Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Anexo B. Mapa de localización del área de estudio del páramo de Achupallas en el municipio de Bolívar, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel



Anexo C. Fotos salida de campo, páramo de Achupallas en el municipio de Bolívar, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel



Foto. Cerro La Doncella

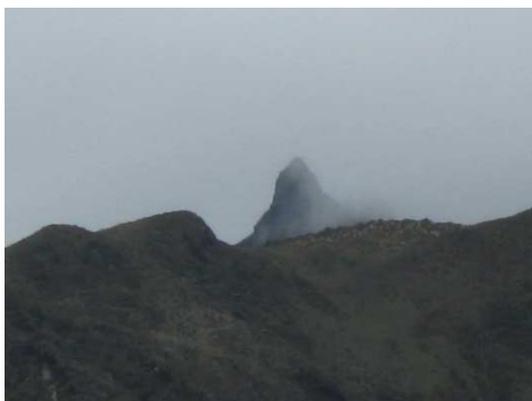


Foto. Volcán Petacas.



Foto. Bosque altoandino



Foto. Pendiente del terreno



Foto. Zona de páramo



Foto. Claros en la zona de páramo

Anexo F. Fotos etapa de investigación herbario CAUP, Universidad del Cauca



Anexo G. Riqueza y composición florística del páramo de Achupallas en el municipio de Bolívar, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel

NÚMERO	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA
1	<i>Axinaea macrophylla</i>	Melastomataceae
2	<i>Bacharis nitida</i>	Asteraceae
3	<i>Bejaria mathewsii</i>	Ericaceae
4	<i>Chusquea sp</i>	Poaceae
5	<i>Cletra ovalifolia</i>	Cletraceae
6	<i>Cybianthus marginatus</i>	Myrsinaceae
7	<i>Dendrophthora clavata</i>	Viscaceae
8	<i>Desfontaina spinosa</i>	Loganiaceae
9	<i>Diplostephium cinerascens</i>	Asteraceae
10	<i>Diplostephium floribundum</i>	Asteraceae
11	<i>Diplostephium sp</i>	Asteraceae
12	<i>Disterigma alaternoides</i>	Ericaceae
13	<i>Disterigma sp 1</i>	Ericaceae
14	<i>Disterigma sp 2</i>	Ericaceae
15	<i>Escallonia resinosa</i>	Escaloniaceae
16	<i>Freziera sp</i>	Theaceae
17	<i>Gaiadendron punctatum</i>	Loranthaceae
18	<i>Gaultheria buxifolia</i>	Ericaceae
19	<i>Gaultheria glomerata</i>	Ericaceae
20	<i>Gaultheria arachnoidea</i>	Ericaceae
21	<i>Geissanthus andinus</i>	Myrsinaceae
22	<i>Geissanthus sp</i>	Myrsinaceae
23	<i>Hedyosmun cumbalense</i>	Chlorantaceae
24	<i>Hedyosmus sp</i>	Chlorantaceae
25	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Rosaceae
26	<i>Hypericum aciculare</i>	Clusiaceae
27	<i>Hypericum ruscoides</i>	Clusiaceae
28	<i>Lycopodium jussiaei</i>	Lycopodiaceae
29	<i>Miconia chlorocarpa</i>	Melastomataceae
30	<i>Miconia gleasoniana</i>	Melastomataceae
31	<i>Miconia sp</i>	Melastomataceae
32	<i>Morella singularis</i>	Myricaceae
33	<i>Munnozia senecionidis</i>	Asteraceae
34	<i>Ocotea infrafoveolata</i>	Lauraceae
35	<i>Oreopanax nigrus</i>	Araliaceae
36	<i>Oreopanax seemannianus</i>	Araliaceae
37	<i>Pernetthya prostata</i>	Ericaceae
38	<i>Pleurothallis sp</i>	Orchidaceae
39	<i>Plutarchia angulata</i>	Ericaceae
40	<i>Rhynchospora espinosa</i>	Cyperaceae
41	<i>Ribes leptostachyum</i>	Grossulariaceae
42	<i>Schefflera sp</i>	Araliaceae
43	<i>Stellis sp</i>	Orchidaceae
44	<i>Themistoclesia compacta</i>	Ericaceae
45	<i>Tibouchina grossa</i>	Melastomataceae
46	<i>Vallea angulata</i>	Elaeocarpaceae
47	<i>Weinmania brachystachya</i>	Cunnoniaceae
48	<i>Weinmania mariquitae</i>	Cunnoniaceae

Anexo H. Importancia de las especies inventariadas en el páramo de Achupallas en el municipio de Bolívar, dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel.

NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	ESTRATO		CARACTERÍSTICA
		PÁRAMO	BOSQUE ALTOANDINO	
<i>Axinaea macrophylla</i>	Melastomataceae		X	Alimento fauna, ornamental
<i>Bacharis nitida</i>	Asteraceae		X	Leña
<i>Bejaria mathewsii</i>	Ericaceae	X		Alimento fauna, ornamental
<i>Chusquea sp</i>	Poaceae	X		Alimento fauna
<i>Cletra ovalifolia</i>	Cletraceae		X	Leña
<i>Cybianthus marginatus</i>	Myrsinaceae	X	X	Maderable
<i>Dendrophthora clavata</i>	Viscaceae	X		Medicinal
<i>Desfontaina spinosa</i>	Loganiaceae	X	X	Medicinal
<i>Diplostephium cinerascens</i>	Asteraceae	X		Ornamental, medicinal
<i>Diplostephium floribundum</i>	Asteraceae		X	Ornamental, medicinal
<i>Diplostephium sp</i>	Asteraceae	X	X	No especificada
<i>Disterigma alaternoides</i>	Ericaceae	X	X	Alimento fauna
<i>Disterigma sp 1</i>	Ericaceae	X		No especificada
<i>Disterigma sp 2</i>	Ericaceae		X	Ornamental
<i>Escallonia resinosa</i>	Escaloniaceae	X		Ornamental
<i>Freziera sp</i>	Theaceae	X	X	Leña
<i>Gaiadendron punctatum</i>	Loranthaceae		X	Maderable
<i>Gaultheria buxifolia</i>	Ericaceae		X	Alimento fauna
<i>Gaultheria glomerata</i>	Ericaceae		X	Alimento fauna
<i>Gaultheria arachnoidea</i>	Ericaceae	X		Alimento fauna
<i>Geissanthus andinus</i>	Myrsinaceae		X	Maderable (postes y vigas)
<i>Geissanthus sp</i>	Myrsinaceae	X		No especificada
<i>Hedyosmun cumbalense</i>	Chlorantaceae	X		Maderable, leña
<i>Hedyosmus sp</i>	Chlorantaceae		X	No especificada
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Rosaceae		X	Maderable
<i>Hypericum aciculare</i>	Clusiaceae	X	X	Ornamental
<i>Hypericum ruscoides</i>	Clusiaceae	X		Ornamental
<i>Lycopodium jussiaei</i>	Lycopodiaceae	X		Medicinal
<i>Miconia chlorocarpa</i>	Melastomataceae	X	X	Alimento fauna, leña
<i>Miconia gleasoniana</i>	Melastomataceae	X	X	Alimento fauna, leña
<i>Miconia sp</i>	Melastomataceae	X	X	Maderable
<i>Morella singularis</i>	Myricaceae		X	Alimento fauna, maderable
<i>Munnozia senecionidis</i>	Asteraceae		X	No especificada
<i>Ocotea infrafoveolata</i>	Lauraceae		X	Maderable
<i>Oreopanax nigrus</i>	Araliaceae		X	Maderable
<i>Oreopanax seemannianus</i>	Araliaceae		X	Maderable
<i>Pernetthya prostata</i>	Ericaceae	X	X	Alimento fauna
<i>Pleurothallis sp</i>	Orchidaceae	X		Ornamental
<i>Plutarchia angulata</i>	Ericaceae	X		Ornamental
<i>Rhynchospora espinosa</i>	Cyperaceae	X		No especificada
<i>Ribes leptostachyum</i>	Grossulariaceae		X	No especificada
<i>Schefflera sp</i>	Araliaceae		X	Maderable, regeneracion
<i>Stellis sp</i>	Orchidaceae	X		Ornamental
<i>Themistoclesia compacta</i>	Ericaceae	X	X	Leña
<i>Tibouchina grossa</i>	Melastomataceae		X	Maderable, leña
<i>Vallea angulata</i>	Elaeocarpaceae		X	Artisanal
<i>Weinmania brachystachya</i>	Cunoniaceae	X	X	Endemismo regional, maderable, artesanal
<i>Weinmania mariquitae</i>	Cunoniaceae		X	Maderable, artesanal