

CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL PÁRAMO DOÑA  
JUANA, CORDILLERA CENTRO-ORIENTAL DE LOS ANDES COLOMBIANOS

SANDRA LIBORIA DÍAZ IBARRA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN  
2003

CARACTERIZACIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DEL PÁRAMO DOÑA  
JUANA, CORDILLERA CENTRO-ORIENTAL DE LOS ANDES COLOMBIANOS

**SANDRA LIBORIA DÍAZ IBARRA**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Bióloga

Director

PhD. J. ORLANDO RANGEL-Ch.

Asesor

Esp. BERNARDO RAMIRO RAMIREZ PADILLA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

POPAYÁN

2003

Nota de aceptación:

---

---

---

---

Mag. GEOVANNI VARONA  
Jurado

---

Mag. LEONIDAS ZAMBRANO  
Jurado

Fecha de sustentación: Popayán, 28 de febrero de 2003.

A la Memoria de

*Alba Marina Ibarra Muñoz*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Doctor J. Orlando Rangel-Ch, profesor del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, por dirigir este trabajo de grado.

Al profesor Bernardo Ramírez por su colaboración en la fase de campo, la determinación de parte del material botánico y la revisión del manuscrito.

A CORPONARIÑO seccional La Cruz, en particular al Ingeniero Fabio Rosero, por su apoyo logístico durante la fase de campo.

Al herbario de la Universidad del Cauca y al Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, por brindarme un espacio físico y contribuir en mi formación académica.

Al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, en particular a los profesores José Luis Fernández, Santiago Díaz, Diego Giraldo Cañas, Julio Betancur, Jaime Aguirre y María Teresa Murillo; por confirmar y determinar parte del material botánico.

Al Mag. Edgar Linares, Director (E) del Herbario Nacional Colombiano-COL y a la Mag. Martha Sofía González, Directora del Herbario de la Universidad de Nariño-PSO; por permitirme consultar las colecciones botánicas.

A la Bióloga Sandra Cortés, por sus observaciones y recomendaciones con relación a la metodología de campo, el análisis de datos y el manuscrito final.

A la Bióloga Juliana Hernández Roa, por su asesoría en el manejo de TWINSPAN, programa empleado en el análisis de los datos.

A Lucely Perdomo, Oswaldo González, Milton Troyano, Freddy Chaves, Jaime Eduardo Molina y Blanca Bolaños, por la compañía durante las salidas de campo.

A mis Padres, a la familia Valencia Garcia y a todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron con el desarrollo de este trabajo de grado.

## CONTENIDO

	pág.
<b>INTRODUCCION</b>	<b>15</b>
<b>1. OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>18</b>
2.1 CORDILLERA OCCIDENTAL	19
2.1.1 Páramo de Frontino	19
2.2 CORDILLERA CENTRAL	19
2.2.1 Parque Nacional Natural Los Nevados	20
2.2.2 Páramos del Nevado del Huila	20
2.2.3 Parque Nacional Natural Puracé	20
2.3 CORDILLERA ORIENTAL	21
2.3.1 Páramo de Cruz Verde	21
2.3.2 Páramo de Monserrate	21
2.3.3 Parque Nacional Natural de Chingaza	22
2.3.4 Páramo de Sumapaz	23
2.3.5 Páramo de la Rusia	23
2.4 SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA.	23

2.5	PÁRAMOS DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO.	24
<b>3.</b>	<b>MARCO TEORICO</b>	<b>25</b>
3.1	DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA	25
3.2	ASPECTOS FISICOS DE LOS PARAMOS DE COLOMBIA	26
3.2.1	Clima	26
3.2.2	Geomorfología	27
3.2.3	Suelos	27
3.3	ASPECTOS BIOLOGICOS DE LOS PARAMOS DE COLOMBIA	27
3.3.1	Tipos fisionómicos	27
3.3.2	Riqueza florística	28
<b>4.</b>	<b>AREA DE ESTUDIO</b>	<b>29</b>
4.1	LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA	29
4.2	CLIMA	29
4.3	GEOLOGÍA	29
4.4	GEOMORFOLOGÍA	31
4.5	SUELOS	31
4.6	HIDROLOGÍA	31
4.7	ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS	31
<b>5.</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>32</b>
5.1	RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO	32
5.1.1	Selección, número y tamaño de las unidades de muestreo	33
5.1.2	Datos registrados	33

5.2	DETERMINACIÓN DE LOS EJEMPLARES BOTÁNICOS	33
5.3	ANÁLISIS DE DATOS	34
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>40</b>
6.1	ASPECTOS FITOSOCIOLOGIGOS	40
6.2	RIQUEZA FLORISTICA	56
<b>7.</b>	<b>DISCUSION</b>	<b>61</b>
7.1	ASPECTOS FITOSOCIOLOGICOS	61
7.2	RIQUEZA FLORISTICA	68
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>70</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>72</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>82</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de localización.	30
Figura 2. Dendrograma de las comunidades vegetales del páramo Doña Juana.	40
Figura 3. Asociación Escallonio resinosae-Weinmannietum brachystachyae.	44
Figura 4. Asociación Espeletio pycnophyllae-Blechnetum loxensis.	45
Figura 5. Asociación Cortaderio nitidae-Pernettyetum prostratae.	47
Figura 6. Asociación Epidendro torquathi-Disterigmatum codonanthi.	49
Figura 7. Asociación Neurolepidio acuminatissimae-Diplostephietum cayambensis.	51
Figura 8. Asociación Gentianello dacrydioidis-Puyetum cuatrecasatii.	52
Figura 9. Asociación Calamagrostio rectae-Hypochaeridietum sessiliflorae.	53
Figura 10. Asociación Agrostio foliatae-Calamagrostietum guamanensis.	55
Figura 11. Familas y géneros de líquenes más diversos en el páramo Dona Juana.	56
Figura 12. Familas y géneros de hepáticas más diversos en el páramo Dona Juana.	57
Figura 13. Familas y géneros de musgos más diversos en el páramo Dona Juana.	57
Figura 14. Familas y géneros de pteridofitas más diversos en el páramo Doña Juana.	58
Figura 15. Familas y géneros de angiospermas más diversos en el páramo Doña Juana	58
Figura 16. Distribución de la riqueza de especies en las asociaciones vegetales.	59
Figura 17. Perfil ideal de Escallonio resinosae-Weinmannietum brachystachyae.	97
Figura 18. Perfil ideal de Espeletio pycnophyllae-Blechnetum loxensis	98
Figura 19. Perfil ideal de Neurolepidio acuminatissimae-Diplostephietum cayambensi	99

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Escala para la determinación de la fidelidad de las especies.	36
Tabla 2. Escala presencia según Braun-Blanquet (1979).	37
Tabla 3. Escala grado de cobertura promedio de Braun-Blanquet (1979).	37
Tabla 4. Escala de estratificación sugerida por Rangel-Ch & Lozano (1986).	39
Tabla 5. Grupos taxonómicos en el páramo Doña Juana.	56
Tabla 6. Familias más diversas en las asociaciones del páramo Doña Juana.	60

## LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Unidades de Clasificación florística de Braun-Blanquet	38
Cuadro 2. Zonación altitudinal de las comunidades vegetales del páramo Doña Juana	62

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Especies características de las alianzas del páramo Doña Juana.	83
Anexo B. Especies características de las asociaciones del páramo Doña Juana.	85
Anexo C. Composición florística de la alianza <i>Diplostephion cayambensis</i> - <i>Blechnion loxensis</i> .	89
Anexo D. Composición florística de la alianza <i>Racomitrio crispipili</i> - <i>Pernettion prostratae</i> .	91
Anexo E. Composición florística de la alianza <i>Pentacalio vaccinioidis</i> - <i>Neurolepidion acuminatissimae</i> .	93
Anexo F. Composición florística de la asociaciones <i>Calamagrostio rectae</i> - <i>Hypochaeridietum sessiliflorae</i> y <i>Agrostio foliatae</i> - <i>Calamagrostietum guamanensis</i> .	95
Anexo G. Perfil ideal de la vegetación de la alianza <i>Diplostephion cayambensis</i> - <i>Blechnion loxensis</i> .	97
Anexo H. Perfil ideal de la vegetación de la alianza <i>Monticalio vaccinioidis</i> - <i>Neurolepidion acuminatissimae</i> .	99
Anexo I. Lista de familias y géneros de plantas no vasculares en el páramo Doña Juana.	100
Anexo J. Lista de familias y géneros de plantas vasculares en el páramo Doña Juana.	103
Anexo K. Listado de especies vegetales del páramo Dona Juana.	107
Anexo L. Distribución de la riqueza de especies en las asociaciones vegetales.	117
Anexo M. Familias de plantas vasculares más diversas (% de especies) en el Doña Juana y otros páramos colombianos.	118

## RESUMEN

Se presenta el arreglo fitosociológico y la riqueza florística de la vegetación zonal del páramo del flanco occidental del volcán Doña Juana, localizado en el ramal Centro-Oriental de los Andes del Sur de Colombia. Para definir las comunidades vegetales se utilizó el enfoque de la Escuela Zürich-Montpellier propuesta por Braun-Blanquet (1951, 1979). En total se efectuaron 103 levantamientos (área total de 3000 m<sup>2</sup>) entre los 3060 y 4250 m. Los datos se procesaron utilizando un análisis de especies indicadoras de dos vías (TWINSPAN; Hill, 1979). Se registraron 14 unidades sintaxonómicas y un total de 109 familias, 213 géneros y 478 especies vegetales.

**Abstract:** The phytosociological and diversity analysis of the páramuna vegetation of the volcano Doña Juana, located in the cordillera Centro-Oriental de los Andes colombianos, was presented. The Zürich-Montpellier school (Braun-Blanquet, 1951, 1979), was used in this study. In total 103 relevés (0.3 ha.) were made. The data were classified by a Two-Way Indicator Species Analysis (TWINSPAN; Hill, 1979). Fourteen plant communities and a total 109 families, 231 genera and 478 plant species were recorded.

## INTRODUCCIÓN

El páramo es un ecosistema de alta montaña de importancia global por su función en la regulación hídrica, la fijación de dióxido de carbono y por albergar una gran riqueza paisajística y biológica (Vega & Martínez, 1999). Sin embargo, es frágil y lento para recuperarse después de perturbaciones causadas por actividades tales como la extracción de leña, las quemas y la introducción de prácticas agrícolas y ganadera inadecuadas (Luteyn, 1992). Por ende, es necesario generar información biofísica y socioeconómica que sirva de base para la formulación de estrategias orientadas a la conservación y el manejo sustentable de los recursos naturales de este ecosistema.

Este trabajo de investigación tiene como propósito contribuir al conocimiento del estado actual de la flora y la vegetación de los páramos de los Andes colombianos, en particular de aquellos ubicados al sur del territorio de los cuales se cuenta con poca información biológica.

Los aportes están enfocados principalmente en uno de los campos de la botánica: La fitosociología, *“la ciencia de las comunidades vegetales”* *“la ciencia que estudia las agrupaciones de las plantas, sus interrelaciones y su dependencia frente al medio ambiente vivo o inanimado”* como la define su principal impulsor Braun-Blanquet.

De acuerdo con Braun-Blanquet (1979) los principales problemas que busca resolver la fitosociología son: ¿Cómo están constituidas las comunidades vegetales y cómo pueden clasificarse? ¿Cuáles son los factores ambientales que determinan la comunidad y cómo actúan sobre ella? ¿Cómo se han formado las comunidades y qué será de ellas? y ¿Cómo se distribuyen espacialmente las comunidades?. Los objetivos de este trabajo de investigación están dirigidos principalmente a resolver el primer interrogante de la fitosociología para una localidad puntual: la franja paramuna del flanco occidental del volcán Doña Juana.

En la primera parte de este documento, se presenta una reseña de los estudios sobre comunidades vegetales realizados en las tres cordilleras y la Sierra Nevada de Santa Marta; luego, se describen los aspectos físicos y biológicos que caracterizan a los ecosistemas paramunos colombianos.

Como resultados, se presenta un arreglo fitosociológico que comprende 14 novedades sintaxónicas para la región de vida paramuna definidas con base en el programa de agrupamiento TWINSpan y fundamentado en los cálculos de fidelidad de la Escuela Zürich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1979; Rangel-Ch & Velazquez, 1997 y Rangel-Ch & Ariza, 2000). Cada unidad sintaxónica se nomina y se describe de acuerdo a las normas del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Barkman *et al.*, 1976)

Se incluyen también datos sobre la riqueza de especies de los grupos taxonómicos líquenes, hepáticas, musgos, helechos y angiospermas; tanto a nivel regional como para cada una de las comunidades vegetales.

En la parte final, se discuten las similitudes y diferencias entre la vegetación del páramo Doña Juana y la vegetación de otros páramos colombianos.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

- Caracterizar las comunidades vegetales del páramo Doña Juana según su composición y estructura.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Definir el arreglo fitosociológico de la franja paramuna del volcán Doña Juana.
- Determinar la riqueza florística del páramo Doña Juana.

## 2. ANTECEDENTES

Los primeros aportes sobre la estructura y composición de las comunidades vegetales de la franja paramuna colombiana, fueron presentados por José Cuatrecasas (1934, 1936, 1937) en su clásico trabajo “ *Observaciones Geobotánicas en Colombia*”, desarrollado según los principios de la Escuela de Huguet del Villar, en la cual las comunidades vegetales se delimitan y definen teniendo en cuenta las características fisionómicas (Van der Hammen & Rangel-Ch, 1997).

Como resultados se proponen las siguientes unidades vegetales: Weinmannietum tolimensis, Hesperomeletum ferruginae, Espeletietum hartwegianae-Calamagrosti-rectosum (caulirrosuletum-fascigraminetosum), Espeletietum hartwegianae Hypericeti-laricifoliosum (caulirrosuletum-fruticetosum) y Espeletietum hartwegianae-Sphagnosum (caulirrosuletum caespiti-turbosum); para los páramos del Nevado del Tolima, en la cordillera Central. Weinmannietum tomentosae, Espeletietum argenteae-Calamagrosti-effusum (caulirrosuletum-fascigraminetosum) y Culcitietum rufescentis-Agrostiosum (caulirrosuletum-fascigraminetosum); para el páramo de Guasca en la cordillera Oriental (Cuatrecasas, 1936, 1937).

En 1976, con los trabajos “*Contribución al estudio ecológico y fitosociológico de las comunidades acuáticas macroscópicas y continentales del Lago de Tota y alrededores*” de Aguirre & Rangel-Ch y “*Estudios ecológicos en el páramo de Cruz Verde Colombia II-Las comunidades vegetales*” de Lozano & Schnertter; se inicia la caracterización de las comunidades vegetales paramunas desde los conceptos y métodos de la Escuela Zürich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1951, 1979). En contraste con la Escuela de Huguet del Villar, los criterios florísticos son la base para la definición y delimitación de las comunidades vegetales.

Las bases teóricas y metodológicas para el estudio de las comunidades vegetales siguiendo los criterios de la Escuela Zürich–Montpellier se encuentran ampliamente explicadas en Braun-Blanquet (1951, 1979), Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), Matteucci & Colma (1982) y en Rangel-Ch & Velásquez (1997).

Actualmente, se han registrado 327 comunidades vegetales paramunas que representan cerca del 60% del total conocidas para el territorio. La subzona con mayor número de comunidades corresponde al páramo propiamente dicho (146), seguido por el subpáramo (112) y superpáramo (69) (Rangel-Ch *et al.*, 1997; Rangel-Ch, 2000). Entre los trabajos fitosociológicos realizados en las tres cordilleras y la Sierra Nevada de Santa Marta se destacan los siguientes:

## **2.1 CORDILLERA OCCIDENTAL**

**2.1.1 Páramo de Frontino.** Se localiza en los municipios de Urrao, Caicedo, Abriaqui y Frontino en el departamento de Antioquía; un análisis fitosociológico de esta zona se presenta en Rangel-Ch *et al.* (1999). El arreglo sintaxonómico propuesto comprende el Orden Halenio foliosae-Baccharidetalia tricuneatae, que incluye dos alianzas, la primera Paspalo trianae-Caricion bonplandi con tres asociaciones: Junco effusi-Caricetum bonplandi, Carici pygmaea-Hypericetum juniperini, Disterigmo empetrifoli-Diplostephietum floribundi, y Plantago rigidiae–Sphagnetum santo-josephense.

La segunda alianza agrupa vegetación de tipo zonal y corresponde a Aragoo occidentalis-Espeletion frontinoensis con tres asociaciones: Blechnum loxensis-Espeletietum frontinoensis y Halenio foliosae-Aragoetum occidentalis y Oreobolo venezuelensis-Achyroclinetum alatae

## **2.2 CORDILLERA CENTRAL**

**2.2.1 Parque Nacional Natural Los Nevados.** La caracterización de las comunidades vegetales fue realizada en el marco del proyecto ECOANDES (Cleef *et al.*, 1983;

Salamanca *et al.*, 1996). Una visión sintética de estos trabajos se presenta en Rangel-Ch & Garzón (1995). El arreglo fitosociológico propuesto comprende 32 comunidades vegetales, entre estas figuran las siguientes:

La comunidad de *Calandrinia acaulis*, *Draba pachythyrsa* y *Draba pennell-hazenii* (rosetal bajo) y la comunidad de *Senecio isabelii* y *Culcitium canescens* (prado), que se establecen en el superpáramo.

La comunidad de *Espeletia hartwegiana ssp. centroandina* y *Calamagrostis recta* (frailejonal-pajonal) y la comunidad de *Calamagrostis effusa* y *Espeletia hartwegiana* (pajonal-frailejonal), que se distribuyen en el páramo propiamente dicho.

**2.2.2 Páramos del Nevado del Huila.** Rangel-Ch & Sturm (1985), describen dos comunidades vegetales para el páramo Santo Domingo localizado en el costado sur del Nevado del Huila, entre los 3500 y 3800 m. La primera comunidad corresponde a un chuscal-frailejonal con un estrato arbustivo dominado por *Chusquea tessellata*, *Espeletia hartwegiana*, *Hypericum laricifolium*, *Blechnum loxense*, *Monticalia vernicosa*, *Hypericum ruscooides* y *Monnina revoluta*. La segunda comunidad corresponde a un matorral de *Arcytophyllum capitatum* e *Ilex colombiana*, además, conformado por *Diplostephium schultzii*, *Monticalia vaccinioides* y *Ugni myricoides*.

**2.2.3 Parque Nacional Natural Puracé.** Para el sector norte, entre la Laguna de San Rafael y el Volcán Puracé (departamento del Cauca), se cuenta con las contribuciones realizadas por Rangel-Ch & Franco (1985), Rangel-Ch & Lozano (1986), Duque (1987) y Duque & Rangel-Ch (1989). Una síntesis de estos trabajos se presenta en Rangel-Ch & Garzón (1995a). Las unidades sintaxonómicas definidas se agrupan en las siguientes alianzas:

La alianza Oritrophio-Distichion muscoidis, que corresponde a vegetación de tipo azonal, esta constituida por las asociaciones Lachemillo pectinatae-Loricarietum colombianae

(matorral abierto), Lupino alopecuroidis-Valerianetum microphyllae (prado) y Agrostis boyacensis-Distichietum muscoidis (turbera).

La alianza Calamagrostio-Espeletion hartwegianae, que comprende vegetación de tipo zonal, conformada por las asociaciones Blechno loxensis-Espeletietum hartwegianae, (frailejonal-pajonal), Blechnum loxense-Diplostephietum floribundi (matorral) y Calamagrostio effusae-Calamagrostietum macrophyllae (pajonal) y a la comunidad de *Chusquea tessellata* (chuscal).

### 2.3 CORDILLERA ORIENTAL

Los páramos de la cordillera Oriental presentan la mayor información sobre diversidad vegetal tanto a nivel taxonómico como de comunidades vegetales. Entre los estudios fitosociológicos se encuentran los siguientes:

**2.3.1 Páramo de Cruz Verde.** Lozano & Schnertter (1976), describen cinco unidades de vegetación que denominaron con el término de “asociación”, igualmente aclaran que este término no tiene ninguna significancia sintaxonómica. Cabe anotar, que en este estudio se siguen tanto los criterios de la Escuela geobotánica de Huguet del Villar como de la Escuela fitosociológica de Braun-Blanquet. Las unidades propuestas son: asociación de *Calamagrostis effusa*, *Espeletia grandiflora* y *Geranium santanderiense*, asociación *Calamagrostis effusa*, *Espeletia grandiflora* y *Geranium multiceps*, asociación *Calamagrostis effusa*, *Espeletia corymbosa*, asociación *Calamagrostis effusa* y *Spiranthes vaginata* ; y asociación *Calamagrostis effusa* y *Altesteinia fimbriata*.

Sanchez & Rangel-Ch (1990), describen y tipifican la vegetación azonal del páramo Cruz Verde; entre las asociaciones definidas se encuentran: Hyperico-Diplostephietum revoluti (matorral) y Pentacalio stuebeli-Chusquetum tessellatae (matorral ralo).

**2.3.2 Páramo de Monserrate.** Vargas & Zuluaga (1981, 1985, 1986) reseñaron y caracterizaron las comunidades del páramo de Monserrate, el arreglo fitosociológico propuesto comprende: la alianza Aragoo-Diplostephion phylicoideae, que incluye la subalianza Epidendro-Espeletion grandiflorae y ocho asociaciones: Calamagrostio planifoliae-Calamagrostietum effusae (pajonal), Cortaderietosum colombianae subasoc. (matorral-pajonal), Jamesonio bogotensii-Calamagrostietum effusae (frailejonal-pajonal), Espeletiosietosum corymbosae, (frailejonal-pajonal); Cladino-Befarietum resinosae (matorral cerrado), Aragoo-Arcytophyllietum nitidae (matorral), Sphagno-caricetum bonplandii (prado) y Chusqueo-Blechnetum loxensi (chuscal).

**2.3.3 Parque Nacional Natural de Chingaza.** Se encuentran las contribuciones de Cleef (1981), Franco (1982), Franco *et al.* (1986) y los nuevos tratamientos fitosociológicos presentados en Rangel-Ch & Ariza (2000). Según los últimos autores la vegetación zonal de la región paramuna del P. N. N. Chingaza se agrupa en las siguientes alianzas:

La Alianza Diplostephio phylicoidis-Arcytophyllion nitidi, que agrupa a tres asociaciones: Castratello piloselloidis-Arcytophyllietum nitidi (matorral-pajonal), Gaylussacio buxifoliae-Vaccinietum floribundi (matorral denso), Diplostephio phylicoidis-Espeletietum grandiflorae (matorral-frailejonal) y Espeletio argenteae-Arcytophyllietum nitidi (frailejonal-matorral).

La alianza Paepalantho karsteni-Chuschion tessellata, que incluye las asociaciones: Chusqueo tessellatae-Aragoetum abietinae (chuscal), Bartsio santolinifoliae-Calamagrostietum effusae (pajonal), Jamesonio imbricatae-Calamagrostietum bogotensis (pajonal-rosetal), Sphagno magellanici-Chusquetum tessellatae (chuscal).

La alianza Geranio siboldioidis-Hypericion goyanessi, con dos asociaciones: Noticastrum marginati-Hypericetum goyanessi (matorral bajo) y Pernettyo prostratae-Pentacalietum nitidae (matorral bajo).

La vegetación azonal se agrupa en dos Alianza: Gentiano-Oritrophion, con la asociación Oritrophio peruviana-Oreoboletum venezuelensis (*O. Obtusanguli*) y la alianza Calamagrostion ligulatae con la subasociación Geranio conferti-Calamagrostietum ligulatae-Breutelietosum.

**2.3.4 Páramo de Sumapaz.** En Sturm & Rangel-Ch (1985) se describen las siguientes unidades vegetales: *Baccharis revoluta* y *Cortaderia cf. nítida* (matorral), *Chusquea tessellata*-*Espeletia grandiflora* y *Calamagrostis effusa* (frailejónal-chuscal) y *Diplostephium floribundum* y *Chusquea tessellata* (matorral-chuscal).

**2.3.5 Páramo de la Rusia.** Hernández-A & Rangel-Ch (2002), para la vegetación establecida entre los 3400 y 3900m, proponen dos ordenes: Castratello piloselloidis-Arcytophyllitalia nitidi, que incluye la alianza Espeletio congestiflorae-Arcytophyllion nitidi, con las asociaciones Aragoo cleefi-Calamagrostietum effusae, Achyroclino lhemanni-Paramifletum glandulosae y Castillejo integrifoliae-Calamagrostietum bogotensis.

El segundo orden corresponde a Chusqueo tesellatae-Hypericetalia laricifoli, con la alianza Puyo santosi-Chusquetum tesellatae que agrupa a las asociaciones Espeletio incanae-Chusquetum tesellatae y Sphagno sancto-josephensis-Chusquetum tesellatae.

## **2.4 SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA**

La información fitosociológica que se cuenta para la sierra Nevada de Santa Marta corresponde a las investigaciones efectuadas en el marco del Proyecto ECOANDES (Rangel-ch *et al.*, 1982; Cleef & Rangel-Ch, 1984) y a las contribuciones hechas por Sturm & Rangel-Ch (1985). Una síntesis de estos trabajos se presenta en Rangel-Ch & Garzón (1995b).

Para el costado sur de la Sierra Nevada de Santa Marta se proponen dos comunidades: Stevio lucidae-Calamagrostietum effusae (pajonal arbustivo) y Valeriano karstenii-

Libanothamnetum glossophylli (matorral alto); mientras que para el costado norte, la vegetación se agrupa en la Clase Calamagrostietalia effusae, que incluye dos alianzas Drabo-Calamagrostion effusae e Hyperico-Calamagrostion effusae.

## **2.5 PÁRAMOS DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

Entre las investigaciones realizadas se cuentan con las de Sturm & Rangel-Ch (1985), Erazo *et al.* (1991) y Rangel-Ch & Garzón (1995c). Rangel-Ch & Ariza (2000a) presentan un tratamiento sintaxonómico general para los páramos de los Volcanes del Altiplano Nariñense, que comprende 21 unidades sintaxonómicas pertenecientes a dos clases, Disterigmo empetrifoli-Xenophylletea humilis, que incluye matorrales ralos, pastizales, herbazales y turberas y Blechno loxensis-Calamagrostetea effusae, que agrupa frailejonales, pajonales arbustivos y matorrales rosetosos.

### 3. MARCO TEORICO

El vocablo páramo deriva del latín “*paramus*” que significa “ *terreno yermo, raso y desabrigado*”, fue introducido en América del Sur por los conquistadores españoles quienes llamaban “paramera” a las desérticas mesetas de Castilla en contraste a las regiones fértiles más bajas (Vareschi, 1970).

Definiciones científicas sobre páramo son presentadas en Cuatrecasas (1958), Cleef (1980) Luteyn (1992), Mora-Osejo & Sturm (1994) y Rangel-Ch (2000a), estas se basan en descripciones atendiendo a las características geográficas, climáticas, geomorfológicas, edáficas, fisionómicas y florísticas que se detallan a continuación.

#### 3.1 DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA

Los páramos son ecosistemas de alta montaña restringidos a la zona ecuatorial o intertropical. Se distribuyen principalmente en los Andes del Norte de Sudamérica (Ecuador, Colombia y Venezuela), Panamá y Costa Rica, entre 3000 y 4800 m (Luteyn, 1992). En Colombia se localizan en las tres cordilleras y en la Sierra Nevada de Santa Marta, ocupando aproximadamente el 2.6 % de la superficie territorial (Rangel-Ch, 2000a).

Teniendo en cuenta los factores topográficos y vegetacionales, Rangel-Ch (2000a) presenta la siguiente zonificación altitudinal para la franja paramuna colombiana.

- **Franja alto andina.** Zona de ecotonía entre bosque altoandino y el páramo, se extiende desde 3000 hasta 3200 m. Predomina vegetación con elementos subarbóreos de los géneros *Weinmannia*, *Escallonia*, *Hesperomeles* y *Polylepis*.

- **Subpáramo (páramo bajo).** Comprende la clina altitudinal entre los 3200 y 3500 (3600) m; el tipo de vegetación predominante son los matorrales dominados por especies de los géneros *Diplostephium*, *Monticalia* y *Gynoxys* (Asteraceae), *Pernettya*, *Vaccinium*, *Bejaria* y *Gaultheria* (Ericaceae), *Hypericum* (Hypericaceae), *Brachyotum*, *Miconia*, (Melastomataceae) y *Hesperomeles* (Rosaceae).
- **Páramo propiamente dicho (páramo medio).** Se extiende desde los 3500 (3600)–4100 m, se caracteriza por presentar tipos de vegetación compuestos por frailejonales, dominados por especies del género *Espeletia*; Pajonales, dominados por especies principalmente los géneros *Calamagrostis* y *Festuca* y Chuscales de *Chusquea*
- **Superpáramo.** Se encuentra desde los 4100 m hasta el límite inferior de las nieves perpetuas. Se caracteriza por presentar vegetación de tipo prado pobre en cobertura, generalmente compuesto por especies de los géneros *Senecio*, *Draba*, *Ephedra* y *Lupinus*.

## 3.2 ASPECTOS FISICOS DE LOS PARAMOS DE COLOMBIA

**3.2.1 Clima.** En los páramos del sur y centro del país, las condiciones climáticas están determinadas principalmente por el desplazamiento de la zona de convergencia intertropical (ZCIT), mientras que los páramos del norte, están influenciados por los vientos alisios del noroeste.

Los valores anuales de precipitación (desde 623 mm) son mayores al sur del país y van disminuyendo hacia al norte. Según los valores anuales de precipitación los páramos se clasifican en pluviales, con precipitación superior a 4400 mm; superhúmedos entre 3000–4000 mm; húmedos 1771-2344 mm, y secos entre 623–1196 mm (Rangel-Ch, 2000b).

Los regímenes pluviométricos son de tipo unimodal-biestacional, bimodal-tetraestacional, trimodal-hexaestacional y tetramodal-octoestacional.

La temperatura media anual varía entre 4° y 10°C (8°); en el subpáramo se alcanzan valores entre 8° y 10°C y en el superpáramo, valores de 0°C.

**3.2.2 Geomorfología.** Los páramos presentan una geomorfología ligada a la última glaciación, los eventos volcánicos y la acción antrópica. Entre las geoformas se encuentran diques volcánicos, domos, escaleras cortas y altas producidas por el escalonamiento estructural de lavas, escarpes originados por erosión y ablación glaciaria, cubetas de excavación glaciaria, flujos de lava mixtos, valles glaciares y taludes de derrubios (Florez, 2000).

**3.2.3 Suelos.** Existe una variada gama de tipos de suelos que comprenden andisoles (suelos con cenizas volcánicas), inceptisoles (suelos jóvenes, pobremente desarrollados) e histosoles (suelos de los pantanos con capa gruesa de humus). Desde el punto de vista químico son suelos con marcada acidez (pH entre 4.6 y 5), baja cantidad de bases de cambio, bajo contenido de fósforo disponible (inferiores a 30 ppm) y porcentajes altos de carbono orgánico (Malagon & Pulido, 2000).

De acuerdo a la cantidad de agua en el sustrato, la vegetación paramuna se diferencia en vegetación zonal para aquella que se establece en sitios relativamente secos y vegetación azonal para la que se encuentra en áreas pantanosas, de turbera, en charcos, lagunas y lagunetas (Rangel-Ch, 1995).

### **3.3 ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LOS PARAMOS DE COLOMBIA**

**3.3.1 Tipos fisionómicos.** Como consecuencia de la variedad microtopográfica, climática y edáfica, la franja paramuna presenta diversos tipos de vegetación con elementos florísticos y bioformas particulares. Según Rangel-Ch (2000a) los tipos fisionómicos o vegetales más frecuentes son:

- **Bosques achaparrados.** Vegetación con un estrato subarboreo de 8–10 m de altura dominados por especies de *Polylepis* (Rosaceae), *Gynoxys* (Asteraceae), *Vallea*

(Eleocarpaceae), *Ilex* (Aquifoliaceae), *Escallonia* (Grossulariaceae) y *Hesperomeles* (Rosaceae)

- **Matorrales.** Vegetación arbustiva dominada por especies de las familias Asteraceae, Ericaceae e Hypericaceae.
- **Pastizales-Pajonales.** Vegetación herbácea, dominada por especies de los géneros *Calamagrostis* y *Agrostis*.
- **Frailejonales.** Vegetación con estrato arbustivo dominada por especies del género *Espeletia*, *Espeletiopsis* y *Libanothamnus*.
- **Prados.** Vegetación con predominio de un estrato rasante o un herbáceo pobre en cobertura.
- **Chuscales.** Vegetación herbácea dominada por especies de los género *Chusquea*.
- **Rosetales altos.** Vegetación dominada por rosetas gigantes del género *Puya*.
- **Rosetales bajos:** Vegetación generalmente de superpáramo, dominada por especies del género *Draba*.

**3.3.2 Riqueza florística** (número de taxa que tipifican a una localidad o región). Cerca del 60% de la flora vascular de la franja páramuna colombiana esta constituida por las familias Asteraceae, Orchidaceae, Poaceae, Melastomataceae, Bromeliaceae, Ericaceae, Scrophulariaceae, Apiaceae, Cyperaceae y Rubiaceae. Los géneros con mayor número de especies son: *Epidendrum*, *Espeletia*, *Pleurothallis*, *Diplostephium*, *Miconia*, *Hypericum*, *Monticalia* y *Baccharis*. (Rangel-Ch *et al.*, 2000)

## **4. AREA DE ESTUDIO**

### **4.1 LOCALIZACIÓN**

El área de estudio se encuentra en la región paramuna del flanco occidental del volcán Doña Juana, localizado en el ramal Centro-Oriental de la cordillera de los Andes, al nororiente del departamento de Nariño y sur del Cauca; entre los 1°28' de latitud norte y 76°55' de longitud oeste. El edificio volcánico se encuentra en jurisdicción de los municipios: La Cruz, San Bernardo y El Tablón de Gómez en el departamento de Nariño y Santa Rosa en el departamento del Cauca (Figura 1).

### **4.2 CLIMA**

Las condiciones climáticas están determinadas principalmente por las corrientes húmedas provenientes de la vertiente amazónica. Según los registros de la estación Torre de San Francisco (hacia el sur del complejo volcánico Doña Juana), el monto anual de precipitación es de 4635 mm con un promedio mensual de 386.25 mm; el régimen pluviométrico es de tipo unimodal-biestacional, con un período de concentración de lluvias entre abril y finales de agosto y un período de menor intensidad entre septiembre y finales de marzo (Rangel-Ch, 2000b).

### **4.3 GEOLOGIA**

El complejo Doña Juana surgió hace 2-2.5 millones de años en el Plioceno, entre materiales de origen Precámbrico, Paleozoico y Cretácico. En el área de estudio, se presentan ignimbritas del Pleistoceno (afloran en la parte noroccidental y occidental), lavas dacíticas del Pleistoceno (flanco occidental), lavas dacíticas del Holoceno (en el cono del cráter central); y flujos volcánico-clásticos y lavas brechíticas, (flanco sur-occidental) (Narváez, 1998).



#### **4.4 GEOMORFOLOGIA**

La geomorfología del área de estudio esta ligada a la ultima glaciación y los eventos volcánicos. Entre las geoformas se encuentran, circos con frentes muy escarpados, valles glaciales, circos incipientes, depósitos morrénicos, flujos de lava dacítica de tipo brechítico, flujos de ignimbritas, flujos volcánico-clásticos heterométricos, flujos volcano-clásticos de lava tipo brechítica (Narváez, 1998).

#### **4.5 SUELOS**

Se presentan desde superficies rocosas sin desarrollo de suelos hasta suelos de ladera sobre capas de piroclastos (Asociación Oso); y suelos sobre capas de ceniza y arenas volcánica (Asociación Martín). Corresponde a suelos de la familia textural franco fina y franco gruesa de moderada a marcada acidez (Narváez, 1998).

#### **4.6 HIDROLOGÍA**

El manejo hidrológico del área de estudio corresponde a dos cuencas que forman parte de la gran cuenca del Río Patía. El Juanambú con sus afluentes: El Río Resinas, y las Quebradas Humadea, Guayabal, El Carmelo, La Florida y Peñas Blancas y La cuenca del Mayo con sus afluentes: los Ríos Tajumbina y La Palmas y las Quebradas de Juan López, Las Dantas, el Carrizal y los Caicuanes (Narváez, 1998).

#### **4.7 ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS**

Los núcleos de alta concentración poblacional cercanos al área de estudio son el casco urbano de La Cruz (Nariño), con 6.668 habitantes, el corregimiento de Tajumbina (municipio de La Cruz), con 2842 habitantes; el corregimiento de las Mesas (municipio de El Tablón de Gómez), con 1965 habitantes y el corregimiento de La Estancia (municipio de La Cruz), con 1965 habitantes (Narvaéz, 1998).

Las principales fuentes de ingresos de la población provienen de la ganadería de tipo extensivo y agricultura a pequeña escala.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO

Entre septiembre de 2001 y febrero de 2002, se realizaron cinco expediciones de 15-20 días cada una. Los muestreos se efectuaron en un gradiente altitudinal desde los 3060 m hasta 4250 m, en las siguientes localidades:

- 1 Sector Santa Helena, 3260-3400 m, flanco noroccidental volcán Doña Juana, municipio de La Cruz.
- 2 Sector Loma Larga, 3300–3500 m, flanco noroccidental volcán Doña Juana, municipio de La Cruz.
- 3 Camino Loma Larga–Cañón Peñas Blanca, 3300 m, flanco noroccidental, municipios de La Cruz y San Bernardo.
- 4 Camino Loma larga–Crater, 3500–4200 m, flanco noroccidental, municipios La Cruz, San Bernardo.
- 5 Cráter principal, 4250 m, municipio de El Tablón de Gómez
- 6 Área del cono volcánico central, 3400–3800 m., municipio de El Tablón de Gómez.
- 7 Cerro Montoso 3400-3630 m, flanco occidental, municipio de El Tablón de Gómez.
- 8 Sector El Pailón, 3060-3400 m, flanco sur-occidental, municipio de El Tablón de Gómez.

**5.1.1. Selección, Número y tamaño de las unidades de muestreo.** El muestro se realizó según las directrices de la Escuela Zürich-Montpellier (Braun-Blanquet, 1979) y las recomendaciones de Rangel-Ch & Velásquez (1997). Se efectuaron 103 levantamientos (área total de 3000 m<sup>2</sup>) seleccionados según la homogeneidad florística y fisionómica (Matteucci & Colma, 1982).

El tamaño de los levantamientos (relevés) varió de acuerdo a los criterios de área mínima para cada tipo fisionómico: bosques bajos 100 m<sup>2</sup>, matorrales 50-25 m<sup>2</sup>, frailejonal 50-25 m<sup>2</sup>, chuscales 25 m<sup>2</sup>, herbazales 25 m<sup>2</sup>, pajonales 25-16 m<sup>2</sup> y prados 4 m<sup>2</sup>.

**5.1.2 Datos registrados.** Para cada levantamiento se anotaron los siguientes datos generales: fecha, número levantamiento, localidad, altitud, la inclinación del terreno, características del sustrato y tipo fisionómico.

Se censaron toda las especies presentes por los estratos, los cuales se definieron según Lozano & Rangel-Ch (1986). Para cada especie se estimó visualmente la cobertura en metros cuadrados, luego para el análisis este valor se transformo a porcentaje (%).

Para especies epifitas y trepadoras, se registraron únicamente datos de presencia y ausencia, que se incluyeron en el análisis de riqueza florística.

## **5.2 DETERMINACIÓN DE LOS EJEMPLARES BOTÁNICOS**

La identificación del material botánico se realizó mediante la utilización de claves taxonómicas, monografías, revisiones taxonómicas y la consulta a los siguientes especialistas del Herbario Nacional Colombiano (COL): Diego Giraldo Cañas (Poaceae), Santiago Díaz (Asteraceae), José Luis Fernández (Scrophulariaceae), Carlos Parra (Myrtaceae), Julio Betancur (Bromeliaceae) y Jaime Aguirre (Líquenes).

Los musgos fueron identificados y tratados según Churchil & Linares (1995); las hepáticas, según Uribe & Aguirre (1995) y Gradstein (1999); los líquenes, según Chaparro & Aguirre (1995); las pteridofitas (helechos y afines), según Moran & Riba (1995); y las magnoliofitas (angiospermas o plantas con flores) según Cronquist (1981). La escritura de los taxones se consultó en la base de datos del Missouri Botanical Garden (W3 TROPICOS).

Los ejemplares botánicos se depositaron en el Herbario de la Universidad del Cauca (CAUP), el Herbario de la Universidad de Nariño (PSO) y el Herbario Nacional Colombiano (COL).

### **5.3 ANÁLISIS DE DATOS**

El análisis de la información sigue la metodología de la Escuela Zürich-Montpellier (Braun-Branquet 1951, 1979), y las recomendaciones de Rangel-Ch & Velásquez (1997) y Rangel-Ch & Ariza (2000, 2000a). Esta metodología consta de los siguientes pasos:

**1. Definición de las unidades de vegetación.** Para definir las unidades o grupos de vegetación se utiliza un programa de análisis multivariado: TWINSpan (Two Way Indicator Species Analysis; Hill, 1979). Este programa agrupa las muestras (levantamientos) y las variables (especies) con base en la mayor similitud florística e indica donde se separan los diferentes grupos de parcelas y con que valor de probabilidad lo separa (probabilidad que es dada por un eigenvalor, en una escala de 0-1) (Cabrera *et al*, 2000).

**2. Determinación del grado fidelidad de las especies.** La fidelidad es un carácter sintético que suministra información sobre la preferencia comunitaria de las especies y constituye la base para la validación y clasificación de las unidades o grupos de vegetación establecidas con la ayuda de TWINSpan. La escuela de Zürich-Montpellier establece cinco grados de fidelidad atendiendo a la mayor o menor limitación de las especies a determinados comunidades:

- **Especies características**

- Especies exclusivas (grado de fidelidad 5). Limitadas exclusiva o casi exclusivamente a una comunidad determinada.

- Especies electivas (grado de fidelidad 4). Con una limitación clara; tienen un óptimo bien acusado en una comunidad, pero también se presentan en otras, aunque en éstas son poco abundantes y raras o presentan vitalidad disminuida.

-Especies preferentes (grado de fidelidad 3). Más o menos abundantes en varias comunidades, pero con preferencia por una comunidad determinada.

- **Especies acompañantes**

-Indiferentes (grado fidelidad 2). Especies sin correlación positiva muy marcada respecto a una comunidad.

- **Especies accidentales**

Extrañas (grado fidelidad 1). Raras, procedentes de otras comunidades o reliquias de otras comunidades que habían ocupado el mismo lugar.

Los grados de fidelidad se determinarán según la escala de Szafer & Pawlowsky (Braun-Blanquet 1979), la cual se basa en la comparación del grado de presencia de una especie (transformados en escalas I, II, III, IV, V) y el valor de grado promedio de cobertura de una especie en una comunidad (transformado en escalas +, 1, 2, 3, 4, 5) con los que presenta la misma especie en otra comunidad. (Véase Tabla 1).

Tabla 1. Escala para la determinación de la fidelidad de las especies de una asociación según Szafer & Pawlowski (Braun-Blanquet, 1979).

En la unidad en cuestión		En otras unidades consideradas	
<b>Exclusivas (5)</b>			
<b>Pre</b>	<b>Cob</b>	<b>Pre</b>	<b>Cob</b>
IV-V	3-5	I-II	+ hasta 2
IV-V	+ hasta 2	I	+ (hasta 2)
I-III	+ hasta 5	Ausentes o raras	
<b>Electivas (4)</b>			
IV-V	3-5	II-III (V)	+ hasta 2
IV-V	+ hasta 2	II-III	+ hasta 1 (2)
III-IV	+ hasta 2	I-II(III)	+ hasta 1 (2)
I-III	+ hasta 2	I (rara)	+
<b>Preferentes (3)</b>			
I-V	+ hasta 5	I-V	+ hasta 2
I-V	+ hasta 5	Valores de Pre y Cob menores	
<b>Acompañantes (2)</b>			
Pre y Cob variables		Similar	
<b>Accidentales (1)</b>			
I	+ hasta 1	Más alto	
Pre y Cob reducido			

Cob = Grado de cobertura, Pre = Valor de presencia.

**3. Determinación del valor de presencia.** Indica la existencia o ausencia de las especies dentro de la comunidad. El valor de presencia para cada especie se obtiene con base en el número de levantamientos donde se registra dicha especie ( $N_i$ ) por el número total de levantamientos ( $N$ ).

Presencia = No. levantamientos con la especie (N) / No. Total de levantamientos (Ni)\*100

Para facilitar los cálculos de fidelidad, el valor de presencia de cada especie se transforma a la escala establecida por Braun Blanquet (1979).

Tabla 2. Escala presencia según Braun Blanquet (1979)

Escala Braun Blanquet	Valores de presencia (%)
I	1-20
II	21-40
III	41-60
IV	61-80
V	81-100

**4. Determinación del grado de cobertura promedio.** Se obtiene dividiendo la cobertura total (suma de los valores de cobertura de la especie, en cuestión, en cada uno de los levantamientos de la unidad de vegetación) sobre el número total de levantamientos de la unidad de vegetación.

Para facilitar el cálculo de fidelidad se transforman según la escala de Braun Blanquet (1979) (Véase Tabla 3).

Tabla 3. Escala grado de cobertura promedio de Braun Blanquet(1979)

Escala Braun-Blanquet (1979)	Rango de Cobertura (%)
5	75-100
4	50-75
3	25-50
2	5-25
1	1-5
+	>0-1

**5. Nominación de las unidades de vegetación.** Las unidades vegetales se nominan de acuerdo a las normas del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (Barkman *et al.*, 1976).

Los nombres de una asociación o de un syntaxón de rango superior está formado a partir de los nombres científicos validamente publicados de dos especies características, añadiendo la desinencia de rango al radical del segundo nombre genérico.

Cuadro 1. Unidades de clasificación florística de Braun-Blanquet

Sintaxon	Desinencias de Rango	Descripción
Clase	Género más <i>-etea</i>	Definidas por especies características de clase. Se forman por la unión de ordenes florísticamente semejantes.
Orden	Género más <i>-etalia</i>	Definidas por especies características de orden. Se forman por la unión de dos alianzas florísticamente semejantes.
Alianza	Género más <i>-ión</i>	Definidas por especies características de alianza. Son reuniones de asociaciones florísticamente semejantes.
Asociación	Género más <i>-etum</i>	Definidas por especies características de asociación. Es la unidad básica de clasificación.

Fuente: Ministerio de obras públicas y urbanismo 1984.

**6. Descripción de las unidades de vegetación.** Las unidades vegetales definidas con ayuda de TWINSpan y fundamentadas con los calculos de fidelidad se describen según la fisionómia, composición florística y distribución.

- **Fisionomía.** A nivel de asociación, se describe con base en la estratificación (arreglo vertical) y los porcentajes de cobertura (arreglo horizontal) por estratos y especies. Para la estratificación se seguirá la escala propuesta por Rangel-Ch & Lozano (1986).

En sintaxones superiores (clases, cl.; ordenes, ord.; alianzas, all.) se relacionan aspectos generales sobre el arreglo estructural basados en los tipos fisionómicos propuestos en Rangel-Ch (2000a).

Tabla 4. Escala de estratificación sugerida por Rangel-Ch & Lozano (1986)

<b>Estrato</b>	<b>Intervalo (m)</b>
Rasante (r)	< 0.3
Herbáceo (h)	0.3–1.5
Arbustivo (a)	1.5-5
Arbóreo (ar)	>5

- **Composición florística.** Se relacionan las especies características exclusivas, electivas y preferentes para cada sintaxón.

- **Distribución.** Se presentan aspectos tales como, localización, altitud, inclinación, características del sustrato y otros datos del componente físico tomados de Narvaéz (1998)

**7. Análisis de la riqueza florística.** Se determina, a nivel regional y en cada una de las comunidades vegetales o asociaciones, la riqueza florística expresada en número de especies, géneros y familias para los grupos vegetales: líquenes, hepáticas, musgos, pteridofitas (helechos y afines) y magnoliofitas (plantas con flores).

## 6. RESULTADOS

### 6.1 ASPECTOS FITOSOCIOLOGICOS

El arreglo fitosociológico que se propone para la vegetación zonal del páramo del flanco occidental del volcán Doña Juana, se basa en 87 de un total de 103 levantamientos analizados. Se considerarán unidades sintaxónomicas validas aquellos grupos de levantamientos que cumplierón con los siguientes requisitos: a) eingenvalue mayor o igual a 0.3 (Veáse figura 2), b) presencia de especies características (véase Anexos A-B) y c) consistencia con las observaciones de campo.

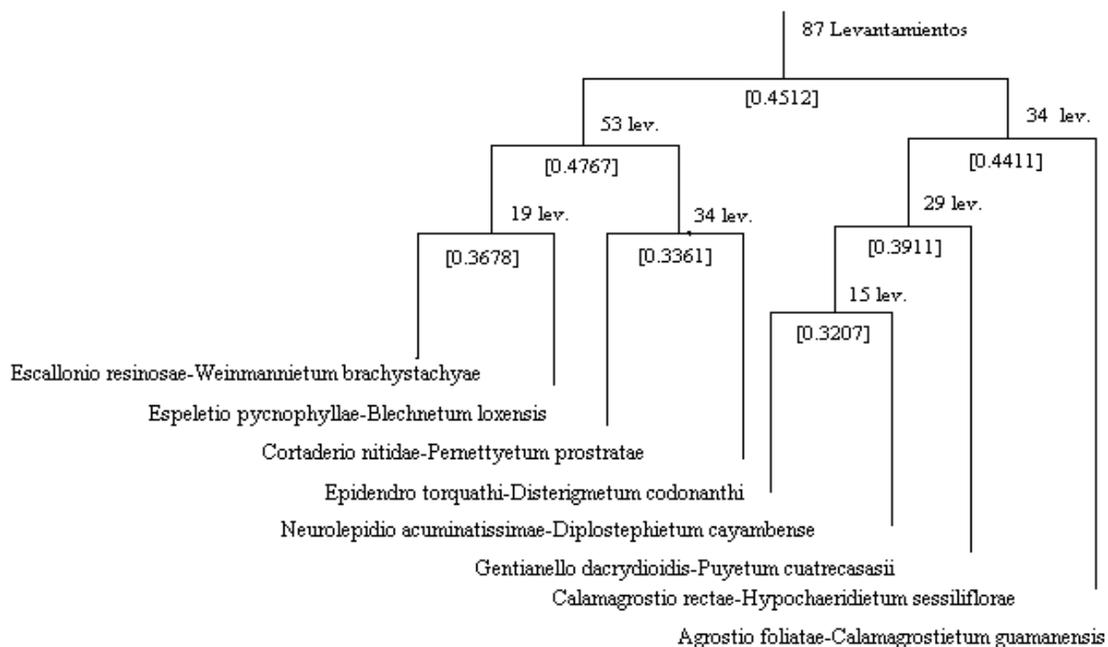


Figura 2. Dendrograma de análisis de especies indicadoras de dos vías (TWINSPAN) de las comunidades vegetales del páramo del flanco occidental del volcán Doña Juana. Entre parentesis se indican los eigenvalue.

Las unidades sinsistematicas definidas se distribuyen en una clase, dos ordenes, tres alianzas y ocho asociaciones, las cuales se tipifican y describen a continuación:

### **Disterigmo codonanthi-Pernettyetea prostratae cl. nov**

Número de levantamientos: 87

Orden tipo: Rhynchosporo macrochaetae-Pernettyetalia prostratae ord. nov

Otro orden: Hyperico aciculare-Pernettyetalia prostratae ord. nov.

Anexos C, D, E, F.

**Fisionomía:** La clase agrupa diversos tipos de vegetación tales como, bosques achaparrados, matorrales, frailejonales-matorrales, frailejonales-pajonales, pajonales-matorrales, herbazales-arbustales, matorrales-chuscales, chuscales-frailejonales, rosetales-chuscales, pajonales y prados.

**Composición florística:** Además de las especies características de los ordenes, son especies de clase: *Pernettya prostrata* (h), *Disterigma codonanthum* (h), *Gaultheria amoena* (r), *Dicranum frigidum* (r), *Lepicolea pruinosa* (r), y *Pleurozium schreberi* (r).

**Distribución:** se establecen en la franja paramuna del flanco occidental del volcán Doña Juana, en la vertiente drenada por los Ríos Mayo y Juanambú afluentes del Río Patía, entre los 3060 hasta 4250 m.

### **Rhynchosporo macrochaetae-Pernettyetalia prostratae ord. nov**

Número de levantamientos: 53

Alianza tipo: Racomitrio crispipili-Pernettyon prostratae all. nov

Otra alianza: Diplostephio cayambensis-Blechnion loxensis all. nov

Anexos C, D.

**Fisionomía:** La vegetación del orden incluye bosques achaparrados, matorrales, frailejonales-matorrales, frailejonales-pajonales, pajonales-matorrales y herbazales-arbustales.

**Composición florística de orden:** Incluyendo las especies características de las alianzas, figuran como características exclusivas: *Epidendrum frutex* (h) y *Elaphoglossum dendricolum* (r); como electivas *Disterigma codonanthum* (h), *Rhynchospora macrochaeta* (h), *Caprosma granadensis* (r), *Lepicolea pruinosa* (r) y *Racomitrium crispipilum* (r).

**Distribución:** Se establece en el subpáramo y el páramo propiamente dicho, entre los 3260–3630 m.

#### **Diplostephio cayambensis-Blechnion loxensis all. nov**

Número de levantamientos: 19

Asociación tipo: Espeletio pycnophyllae-Blechnetum loxensis ass. nov

Otra asociación: Escallonio resinosa-Weinmannietum brachystachyae ass. nov

Anexos A, C, G.

**Fisionomía:** La alianza incluye bosques bajos, matorrales, frailejonales-matorrales y frailejonales-pajonales.

**Composición florística:** Además de las especies características de las asociaciones, son características exclusivas de esta alianza *Gaiadendron punctatum* (ar), *Weinmannia brachystachya* (ar); y especies electivas *Blechnun loxense* (ar), *Cybianthus marginatus* (h), *Calamagrostis macrophylla* (h), *Ilex colombiana* (ar) y *Bartsia orthocarpiflora* (h).

**Distribución:** Se establece en el flanco noroccidental desde 3260m en el sector de Santa Helena hasta los 3600 m en el sector Loma Larga. En suelos de ladera sobre capas de ceniza y arena volcánica que cubren ignimbritas, lavas y otros flujos volcánicos.

## **Escallonia resinosa-Weinmannietum brachystachyae ass. nov**

Número de levantamientos: 7

Levantamiento tipo: SD25

Anexo B, C, G.

Figura 3

**Fisionomía:** Esta asociación incluye bosques bajos, matorrales cerrados, matorrales semiabiertos. Los bosques bajos de la asociación presentan un estrato subarboreo de 7 m de alto, dominado por *Weinmannia brachystachya* (cob. 25%), *Ilex colombiana* (cob. 15%), *Escallonia resinosa* (cob. 6.2%) y *Freziera* SD 1821 (cob. 4.6%).

En la vegetación tipo matorral se presenta un estrato arbustivo con valores de cobertura entre 12 y 51%, donde dominan *Weinmannia brachystachya* (cob 2-8%), *Ilex colombiana* (cob. 0.5–8%), *Diplostephium cayambense* (cob. 1-12%), *Miconia chlorocarpa* (cob. 0.5–2%) *Gaiadendron punctatum* (cob. 0.5–2.5%), *Cybianthus marginatus* (cob. 0.5–1.6), *Escallonia resinosa* (cob. 4–8%) y *Plutarchia angulata* (cob. 0.5–2 %).

En el estrato herbáceo (cob. 4–35%) figuran, *Disterigma codonanthum* (cob. 0.5–6%), *Cybianthus marginatus* (cob. 0.5–1.2%), *Gaultheria strigosa* (cob. 0.5), *Calamagrostis macrophylla* (cob. 0.5-1%) y *Desfontainia spinosa* (cob. 0.5). En el estrato rasante (cob. 4.5-20%) aportando valores de coberturas bajos (< 1) y valores altos de presencia figuran *Pleurozium schreberi*, *Dicranum frigidum* y *Lepicolea pruinosa*.

**Composición florística:** Las especies características exclusivas son *Gaultheria strigosa* (h), *Hedyosmum cumbalense* (ar), *Brachyotum lindenii* (ar) y *Geissanthus andinus* (ar). Entre las especies electivas figuran: *Escallonia resinosa* (ar), *Desfontainia spinosa* (h), *Miconia chlorocarpa* (ar), *Hesperomeles obtusifolia* (ar), *Themistoclesia dependens* (h), *Plutarchia angulata* (h) y *Myrsine dependens* (ar).

**Distribución:** Se establece contiguo al cinturón de bosque altoandino, principalmente en el sector de Santa Helena, entre los 3200 hasta 3500 m. En sitios planos e inclinados con pendientes hasta de 30 grados.



Figura 3. Asociación *Escallonio resinosa*-*Weinmannietum brachystachyae*.

#### **Espeletia pycnophyllae-Blechnetum loxense ass. nov**

Número de levantamientos: 12

Levantamiento Tipo: SD36

Anexos B, C, G

Figura 4.

**Fisionomía:** corresponde a vegetación tipo frailejonal-matorral y frailejonal-pajonal constituidos por *Espeletia pycnophylla*. El estrato arbustivo con cobertura entre 1 y 84%, esta dominado *Espeletia pycnophylla* (cob. 1-10%), *Blechnum loxense* (cob. 0.5-40%), *Diplostegium cayambense* (cob. 0.5-20%) y *Gaiadendron punctatum* (cob. 0.5-14%).

En el estrato herbáceo (cob. 29 y 62%), esta conformado principalmente por *Espeletia Pycnophylla* (cob. 0.5-20 %), *Blechnum loxense* (cob. 2-16%), *Disterigma codonanthum*

(cob. 0.5–10%), *Pernettya prostrata* (cob. 0.5–8 %), *Vaccinium floribundum* (cob. 0.4–8%), *Cybianthus marginatus* (cob. 0.5–4%), *Rhynchospora macrochaeta* (cob. 0.3–4 %), *Epidendrum frutex* (cob. 0.5–4 %) y *Calamagrostis macrophylla* (cob. 0.5–2%).

El estrato rasante (cob. 13-43%) con valores de presencia altos y de cobertura menores 1% figuran: *Dicranum frigidum*, *Lepicolea pruinosa*, *Pleurozium schreberi*, *Plagiochilla sp*, *Bomarea linifolia*, *Gaultheria amoena*, *Prionodon fusco-lutescens* y *Coprosma granadensis*.

**Composición florística:** Las especies características electivas son *Espeletia pycnophylla* (h), *vaccinium floribundum* (h), *Bomarea linifolia* (r), *Arcytophyllum setosum* (h), *Epidendrum macrostachyum* (h).

**Distribución:** Se distribuye en el subpáramo y páramo medio desde los 3200 hasta 3600 m. La vegetación de tipo frailejónal-pajonal, se establecen colonizando áreas de derrumbes; mientras que los frailejónales-matorrales se observan en forma de parches rodeados por la asociación Escallonio resinosa–Weinmannietum brachystachyae.



Figura 4. Asociación Espeletio pycnophyllae-Blechnetum loxensis.

### **Racomitrio crispipili-Pernettyon prostratae all. nov**

Número de levantamientos: 34

Asociación tipo: Cortaderio nitidae-Pernettyetum prostratae ass. nov.

Otra asociación: Epidendro torquathi-Disterigmatum codonanthi ass.nov.

Anexo A, D

**Fisionomía:** La alianza comprende vegetación tipo pajonal-matorral y herbazal–arbustal.

**Composición florística:** Además de las especies características de las asociaciones, son características electivas de la alianza *Elaphoglossum muscosum* (r), *Elaphoglossum dendricolum* (r) y *Leptodontium luteum* (r).

**Distribución:** Se establecen en el flanco occidental y suroccidental (Municipio de Tablón de Gómez), desde 3060 m hasta los 3800 m.

### **Cortaderio nitidae-Pernettyetum prostratae ass. nov**

Número de levantamientos: 14

Levantamiento tipo: SD13

Anexo B, D

Figura 5

**Fisionomía:** Vegetación de tipo pajonal-matorral conformado por macollas de *Cortaderia nitida* y arbustos ericoides como *Pernettya prostrata* y *Disterigma codonanthum*. Se presenta un estrato arbustivo constituido por *Hypericum laricifolium* con un valor de presencia equivalente al 26% y coberturas entre 1.2-80%.

En el estrato herbáceo son especies dominantes y constantes: *Pernettya prostrata* (cob. 1-10%), *Cortaderia nitida* (cob. 0.5–8%). *Rhynchospora macrochaeta* (cob. 0.5–20%), *Disterigma codonanthum* (cob. 0.5–68 %) e *Hypericum ruscoides* (cob. 0.5–8).

En el estrato rasante (cob. 32–88%) son especies constantes *Dicranum frigidum* (0.5–4%), *Gautheria amoena* (0.5%), *Elaphoglossum muscosum* (0.5–12%), *Elaphoglossum dendricolum* (0.5–40%), *Lepicolea pruinosa* (0.5–30%), *Pleurozium schreberi* (0.5–48%), *Leptodontium luteum* (0.5–20%), *Hieracium popayanense* (0.5%), *Racomitrium crispipilum* (0.5–72%), *Prionodon fusco-lutescens* (0.5–8%), *Thuidium peruvianum* (0.5–20%).

**Composición florística:** Son especies características electivas de la asociación *Cortaderia nitida* (h), *Elaphoglossum muscosum* (r) e *Hypericum ruscoides* (h).

**Distribución:** Se establece en el flanco occidental entre los 3500 y 3630 m, sobre superficies rocosas y suelos de ladera sobre piroclastos. En sitios planos hasta inclinados con pendientes entre 10 y 33 grados.



Figura 5. Asociación *Cortaderia nitida*-*Pernettya prostrata*.

## **Epidendro torquathi-Disterigmatum codonanthi ass.nov.**

Número de levantamientos: 20

Levantamiento Tipo: SD67

Anexo B, D

Figura 6

**Fisionomía:** comprende herbazales–arbustales conformados por especies de orquídeas de los géneros *Epidendrum*, *Maxillaria*, *Elleanthus*, *Pleurothallis* y *Pachyphyllum*. Estructuralmente cuenta con estrato herbáceo dominado por *Epidendrum torquatum* (cob. 0.5–12%), *Elleanthus cf. aureus* (cob. 2–64%), *Epidendrum frutex* (cob. 0.5–12%), *Pernettya prostrata* (cob. 0.5–8%), *Epidendrum SD 1733* (cob. 0.5- 40%) y *Maxillaria cf. alticola* (cob.0.5–48%).

Entre los 3070 y 3400 m, presenta un estrato rasante dominado por *Leptodontium luteum* (cob. 4–72%), y especies de hepáticas de los géneros *Frullania* y *Herbertus*; mientras que entre los 3400 y 3800 m se destaca la dominancia de *Racomitrium crispipilum* (cob. 8–72%).

Otras especies dominantes y constantes son: *Disterigma codonanthum* (cob. 0.5–24%), *Elaphoglossum dendricolum* (cob. 0.5–20%), *Dicranum frigidum* (cob. 0.5–4%), *Pernettya prostrata* (cob 0.5–8%), *Lepicolea pruinosa* (cob. 0.5–0.8%), *Sticta SD 1482* (cob. 0.5–8%), *Elaphoglossum minutum* (cob 0.5), *Jamesoniella rubricaulis* (cob. 0.5), *Hymenophyllum myriocarpum* (cob. 0.5%), *Gaultheria glomerata* (cob. 0.5–3.2%), *Lupinus SD 1509* (cob. 0.5–16%), *Gaultheria amoena* (0.5–1%), *Campylopus richardii* (cob 0.5–8%), *Pachyphyllum pasti* (cob. 0.5–1%), *Dyctionema glabratum* (cob. 0.5) y *Clasmatocolea vermicularis* (cob.0.5).

**Composición florística:** Las especies características electivas son *Gaultheria glomerata* (h), *Epidendrum torquatum* (h) y *Elaphoglossum minutum* (r).

**Distribución:** Esta unidad de vegetación se establece sobre superficies rocosas y pedregosas, en áreas correspondientes al flanco suroccidental entre los 3070 y 3800 m. Geológicamente, se distribuye sobre flujos compuestos (lava-volcano-clásticos).



Figura 6. Asociación *Epidendro torquathi*-*Disterigmatum codonanthi*.

***Hyperico acicularis*-*Pernettyetalia prostratae* ord. nov.**

Número de levantamiento: 29

Anexos E, F.

**Fisionomía:** Comprende vegetación de tipo matorral-chuscal, chuscal-frailejona, rosetal-chuscal, matorral-pajonal, matorrales bajos y prado.

**Composición florística de orden:** Incluyendo las especies características de las alianzas, figuran como características exclusivas: *Hypericum aciculare* (h), *Campylopus pittieri* (r), *Elaphoglossum* SD 2133 (r) y *Breutelia* SD 2099 (r).

**Distribución:** Se establecen en sitios húmedos, en el flanco noroccidental entre los 3600–3950 m.

**Monticalio vaccinioidis–Neurolepidion acuminatissimae all. nov.**

Número de levantamientos: 15

Asociación tipo: Neurolepidio acuminatissimae-Diplostephietum cayambensis ass. nov.

Otra asociación: Gentianello dacrydioidis-Puyetum cuatrecasassi

Anexos A, E, H.

**Fisionomía:** La alianza comprende vegetación tipo matorral–chuscal, chuscal–frailejona y rosetal-chuscal.

**Composición florística:** Además de las especies características de las asociaciones, son características electivas de la alianza *Neurolepis acuminatissima* (h), *Monticalia vaccinioides* (h) y *Geranium rhomboidale* (r).

**Distribución:** Se establecen en el páramo propiamente entre 3600 m hasta los 3800 m. En sitios planos hasta inclinados con pendientes de 20 a 38 grados.

**Neurolepidio acuminatissimae-Diplostephietum cayambensis ass nov.**

Número de levantamientos: 8

Levantamiento tipo: SD 43

Anexos B, E, H

Figura 7

**Fisionomía:** La vegetación comprende matorrales–chuscales y chuscales–frailejona con un estrato arbustivo dominado por *Diplostephium cayambense* (cob. 18-74%) y *Monticalia vaccinioides* (cob. 2–16%); un estrato herbáceo dominado por *Neurolepis acuminatissima* (cob. 0.5– 80%), *Pernettya prostrata* (0.6–2%), *Ugni myricoides* (cob. 0.5%), *Disterigma codonanthum* (cob. 0.5–4) y *Arcytophyllum nitidum* (cob. 0.5–1.2) y un estrato rasante con *Pleurozium schreberi* (cob. 6-48), *Geranium rhomboidale* (cob. 0.5), *Gaultheria amoena*

(cob. 05), *Dicranum frigidum* (cob.0.4-2), *Lepicolea pruinosa* y *Breutelia* SD 2099 (cob. 0.5)

**Composición florística:** Las especies características electivas son *Ugni myricoides* (h), *Niphogeton ternata* (h) y *Miconia latifolia* (ar).

**Distribución:** Se establece en sitios escarpados entre 3600 y 3800 m, colindando con los frailejonales-matorrales de la asociación *Espeletio pycnophyllae*-*Blechnetum loxensis*.



Figura 7. Asociación *Neurolepidio acuminatissimae*-*Diplostephietum cayambensis*

**Gentianello dacrydioidis-Puyetum cuatrecasasii ass. nov.**

Número de levantamientos: 7

Levantamiento tipo: SD 44

Anexo B, E

Figura 8

**Fisionomía:** Comprende vegetación de tipo rosetal-chuscal. En el estrato herbáceo (cob. 37–92%) se destaca la dominancia de *Neurolepis acuminatissima* (cob. 0.5–88%), *Puya cuatrecasasii* (3–80%), *Hypericum laricifolium* (0.5–10%), *Monticalia vaccinioides* (0.5–2%) e *Hypericum aciculare* (0.5%).

En el estrato rasante (cob. 17–74%) son dominantes *Disterigma codonanthum* (cob. 2–16%) y *Pleurozium schreberi* (0.5–12%), con valores bajos de cobertura (<1) y valores altos de presencia figuran: *Hieracium popayanense*, *Geranium rhomboidale*, *Gentianella dracrydioides*, *Gaultheria amoena*, *Dicranum frigidum*, *Jamesonia SD 1575*, *Breutelia SD 2099*, *Rhacocarpus purpurascens* y *Lupinus SD 2090*.

**Composición florística:** Las especies características electivas son *Puya cuatrecasasii* (h), *Cladia aggregata* (r), *Gentianella dracrydioides* (r), y *Rhacocarpus purpurascens* (r).

**Distribución:** Se establece desde los 3600 hasta 3740m, a manera de parches entre la vegetación de la asociación *Neurolepidio acuminatissimae-Diplostephietum cayambensis*.



Figura 8. Asociación *Gentianello dracrydioidis-Puyetum cuatrecasasii*.

## ALIANZA INCERTAE SEDIS

### **Calamagrostio rectae–Hypochaeridietum sessiliflorae ass. nov**

Numero de levantamientos: 14

Levantamiento Tipo: SD 55

Anexo B, F

Figura 9

**Fisionomía:** La asociación incluye vegetación de tipo prado y matorral-pajonal. En el estrato herbáceo (cob. 22–82%) predominan *Calamagrostis recta* (0.5–64%), *Monticalia vaccinioides* (0.5–20%), *Hypericum aciculare* (0.5–12%), *Monticalia andicola* (16–64%) y *Arcytophyllum nitidum* (1–12%).

En el estrato rasante (37%-100%) dominan *Hypochaeris sessiliflora* (0.5–20%), *Pleurozium schreberi* (0.5–80%), *Breutelia* SD 2099 (0.5–38%), *Pernettya prostrata* (0.5–8), *Disterigma codonanthum* (2-24%), *Racomitrium crispipilum* (0.5–6%), *Xenophyllum humile* (0.5–15%), *Arcytophyllum nitidum* (1-8%) *Gunnera magellanica* (0.5–8%) y *Dicranum frigidum* (0.5–4%).

**Composición Florística:** Las especies características electivas son *Arcytophyllum nitidum* (h), *Monticalia andicola* (h), *Hypochaeris sessiliflora* (r), *Luzula gigantea* (r), *Xenophyllum humile* (r), *Gunnera magellanica* (r), y *Calamagrostis recta* (h).

**Distribución:** Se establece sobre superficies rocosas con una capa gruesa de briófitos, entre los 3800 hasta los 3950 m.



Figura 9. Asociación *Calamagrostio rectae*–*Hypochaeridietum sessiliflorae*.

## **ORDEN Y ALIANZA INCERTAE SEDIS**

### ***Agrostio foliatae*-*Calamagrostietum guamanensis* ass. nov.**

Numero de levantamientos: 5

Levantamiento tipo: SD 75

Anexo B, F.

Figura 10

**Fisionomía:** La asociación comprende vegetación de tipo prado y tipo pajonal con un estrato herbáceo hasta de 50 cm de alto, dominado por *Calamagrostis guamanensis* (cob.

0.5–50%) y *Agrostis foliata* (0.5–43%) y un estrato rasante de *Campylopus pittieri* ( 0.5–88 %) y *Muehlenbechia volcánica* (0.5–2%).

**Composición florística:** Las especies características electivas son *Agrostis foliata* (h) y *Muelenbechia volcánica* (r).

**Distribución.** Se establece en el superpáramo sobre suelos rocosos, en áreas cercanas al cráter principal (4250 m ).



Figura 10. Asociación *Agrostio foliatae*–*Calamagrostietum guamanensis*

## 6.2 RIQUEZA FLORISTICA

En la franja paramuna del flanco occidental del volcán Doña Juana se registraron 109 familias, 213 géneros y 478 especies vegetales (Veáse Tabla 5, Anexos I-K).

Tabla 5. Grupos taxonómicos del páramo del flanco occidental del volcán Dona Juana

Grupo Taxonómico	Categoría taxonómica		
	Familias	Géneros	Especies
Líquenes	9	17	45
Hepáticas	18	27	87
Musgos	22	32	61
Helechos	11	19	58
Plantas con flores	49	118	227
<b>Total</b>	<b>109</b>	<b>213</b>	<b>478</b>

Los grupos taxonómicos más diversos corresponden a las angiospermas (plantas con flores) con el 48% del total de las especies y las hepáticas con 18% de especies. La distribución de la riqueza florística para cada grupo vegetal es la siguiente:

**6.2.1 Líquenes.** Se registraron 45 especies, 17 géneros y 9 familias. La cifra de especies equivale al 12% de 361 especies reportadas para la franja paramuna colombiana. Las familias más diversas en número de géneros y especies son Lobariaceae (3/14), Cladoniaceae (2/12) y Parmeliaceae (6/9). Entre los géneros con mayor número de especies se encuentran *Sticta* (11), *Cladonia* (10), *Hypotrachyna* (3) y *Peltigera* (3) (Véase figura 11).

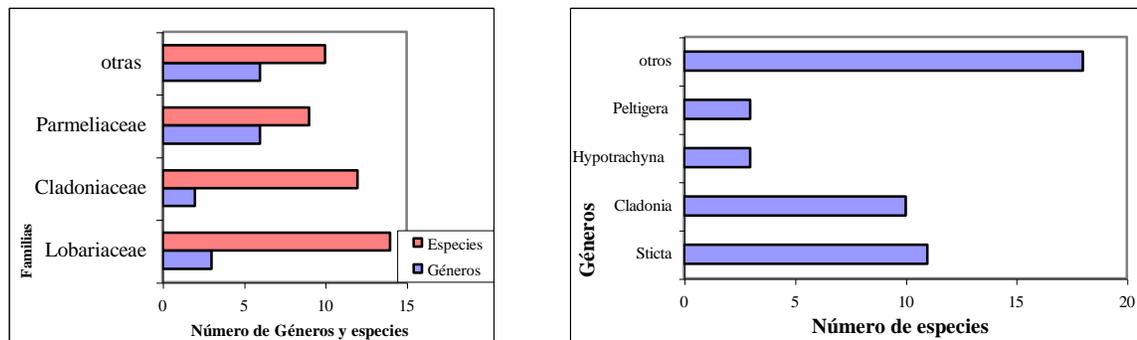


Figura 11. Familias y géneros de líquenes más diversos en el páramo Doña Juana.

**6.2.2 Hepáticas.** Se tienen registros de 87 especies, 27 géneros y 18 familias. El número de especies representa el 23% de las especies registradas en los páramos de los Andes colombianos. Las familias más diversas en función al número de géneros (equivalen al 44% del total) y especies (equivalen al 66%) son Plagiochillaceae (1/24), Lepidoziaceae (3/11), Jungermaniaceae (4/9) y Herbertaceae (1/6). Los géneros más diversos son *Plagiochilla* (24), *Bazzania* (7), *Herbertus* (6), *Riccardia* (5) y *Frullania* (4) (Véase figura 12).

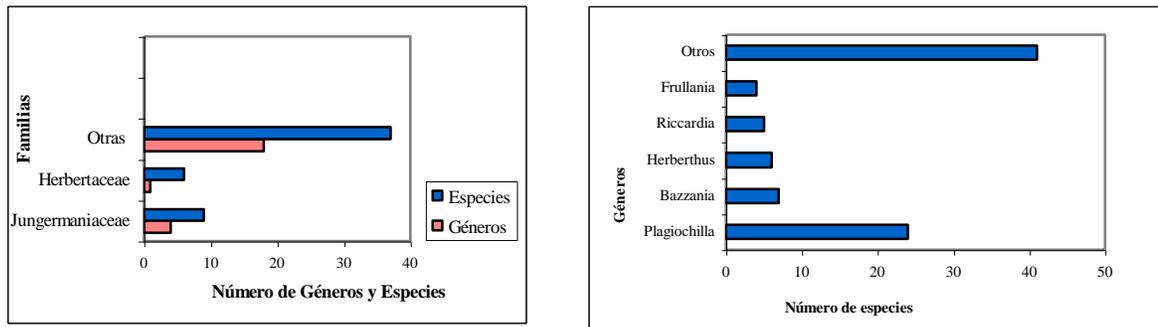


Figura 12. Familias y géneros de hepáticas más diversos en el páramo Doña Juana.

**6.2.3 Musgos.** Se encontraron 61 especies, 32 géneros y 22 familias. El número de especies representa el 13% de las registradas para la franja paramuna colombiana. Las familias más ricas en cuanto al número de especies y géneros son Dicranaceae (5/11), Bartramiaceae (3/7), Sphagnaceae (1/7) y Bryaceae (2/6). Los géneros más diversos son *Sphagnum* (7), *Campylopus* (7), *Bryum* (4), *Breutelia* (4) y *Leptodontium* (4) (Véase Figura 13).

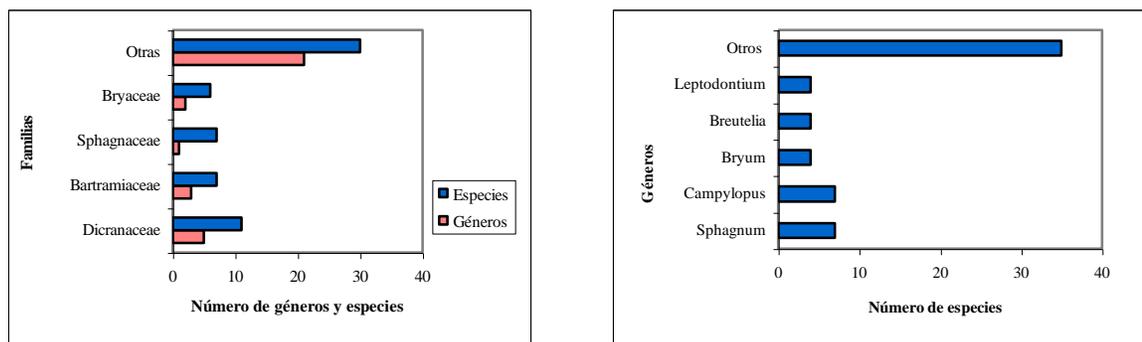


Figura 13. Familias y géneros de musgos más diversos en el páramo Doña Juana.

**6.2.4 Pteridofitas (Helechos y afines).** Se registraron 58 especies, distribuidas en 19 géneros y 11 familias. El número de especies representa el 17% del total registrado para la franja paramuna colombiana. Lomariopsidaceae (1/19), Lycopodiaceae (3/10), Grammitidaceae (5/9) son las familias más diversas en cuanto al número de géneros y especies. Los géneros más diversificados corresponden a *Elaphoglossum* (19), *Huperzia* (7) y *Blechnum* (5) y *Melpomene* (5) (Véase figura 14).

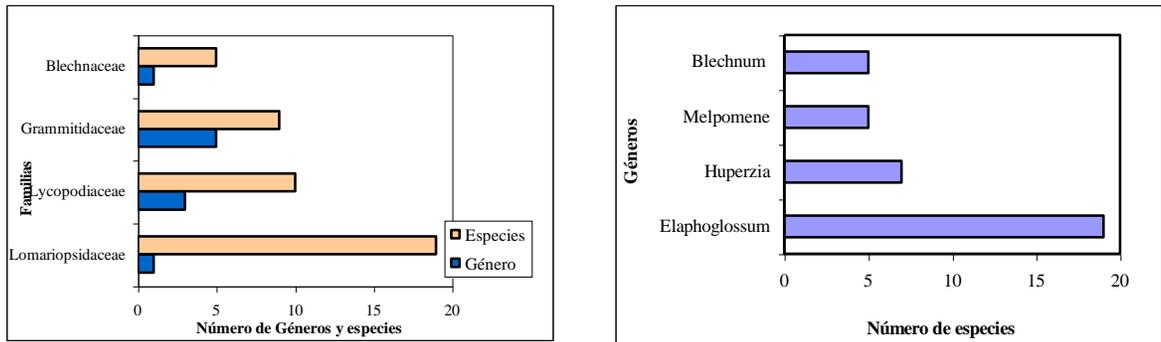


Figura 14. Familias y géneros de pteridofitas más diversos en el páramo Doña Juana.

**6.2.5 Angiospermas (plantas con flores).** Se registraron un total de 227 especies, 118 géneros y 49 familias. Las familias más ricas en número de géneros (equivalen al 60% del total) y especies (equivalen al 70% del total) son Asteraceae (18/37), Orchidaceae (13/35), Ericaceae (10/18), Poaceae (7/15), Melastomataceae (3/13), Rubiaceae (5/9), Rosaceae (3/8), Cyperaceae (3/8), Scrophulariaceae (3/7), Bromeliaceae (3/4), Hypericaceae (1/4) y Valerianaceae (1/4).

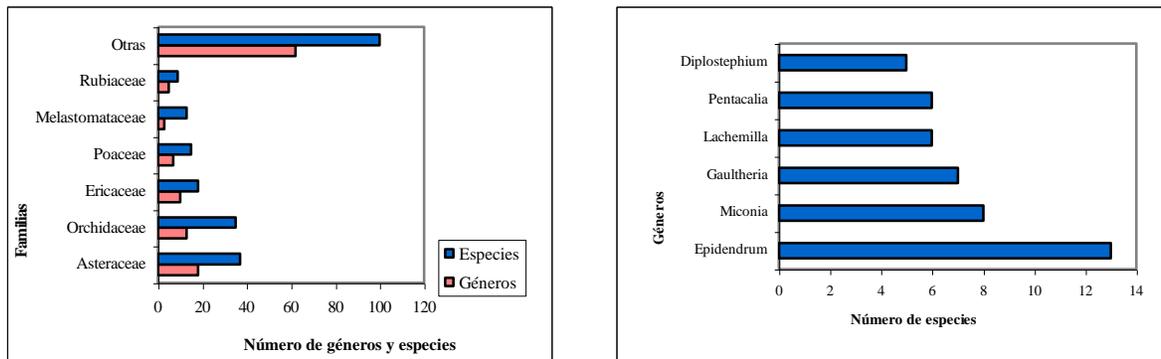


Figura 15. Familias y géneros de angiospermas más diversos en el páramo Doña Juana.

Entre los géneros con mayor número de especies figuran: *Epidendrum* (13) *Miconia* (8), *Gaultheria* (7), *Lachemilla* (6), *Monticalia* (6) y *Diplostephium* (5) (Véase figura 15).

A nivel de las comunidades vegetales o asociaciones los valores más altos en número de especies se registraron en los sintaxones Espeletio pycnophyllae-Blechnetum loxensis (con 181 especies) y Escallonio resinosae-Weinmannietum brachystachyae (127 especies). La riqueza florística en cada asociación se sintetiza en la figura 16.

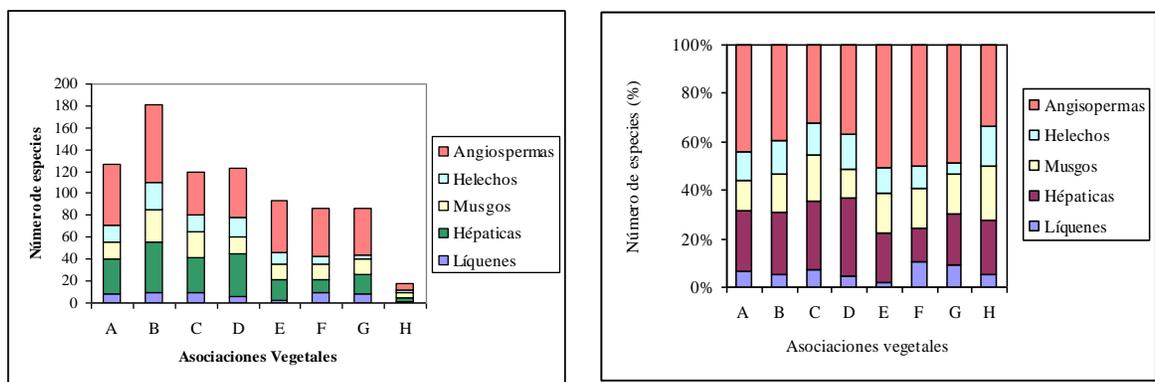


Figura 16. Distribución de la riqueza de especies en las asociaciones del páramo Doña Juana\*.

El grupo de las angiospermas aportó el mayor número de especies en las asociaciones vegetales, los valores varían entre seis en *Agrostio foliatae-Calamagrostietum guamanensis* (con distribución en el superpáramo) y 71 en la *Espeletio pycnophyllae-Blechnetum loxensis* (subpáramo y páramo propiamente dicho); destacándose *Orchidaceae* y *Melastomataceae* en aquellas que se distribuyen en el subpáramo y *Asteraceae* y *Poaceae* en el páramo propiamente dicho.

\*A= *Escallonio resinosae-Weinmannietum brachystachyae*. B= *Espeletio pycnophyllae-Blechnetum loxensis*. C= *Cortaderio nitidae-Pernettyetum prostratae*. D= *Epidendro torquathi-Disterigmatum codonanthi*. E= *Neurolepidio acuminatissimae-Diplostephietum cayambensis*. F= *Gentianello dracrydioidis-Puyetum cuatrecasassii*. G= *Calamagrostio rectae-Hypochaeridietum sessiliflorae*. H= *Agrostio foliatae-Calamagrostietum guamanensis*.

Ericaceae figura entre las familias más diversas en la mayoría de las asociaciones descritas, los valores más altos en cuanto al número de especies se presentan en las asociaciones Espeletio pycnophyllae-Blechnetum loxensis, Escallonio resinosae-Weinmannietum brachystachyae y Epidendro torquati-disterigmatum codonanthi. Entre otras familias que conforman el espectro florístico de las asociaciones del páramo Doña Juana figuran: Rosaceae, Cyperaceae, Bromeliaceae, Myrsinaceae e Hypericaceae (Veáse Tabla 6).

Tabla 6. Familias más diversas en las asociaciones vegetales del páramo Doña Juana (En negrilla los valores más altos).

Familias	Asociaciones vegetales del Páramo Doña Juana							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Asteraceae	3	4	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	1
Orchidaceae	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>24</b>	3	2	1	0
Ericaceae	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	3	4	1
Poaceae	2	4	2	2	3	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
Melastomataceae	<b>7</b>	<b>7</b>	1	0	2	2	1	0
Rosaceae	1	1	3	0	1	3	2	1
Cyperaceae	1	2	2	0	2	2	4	0
Bromeliaceae	2	4	2	0	2	1	2	0
Hypericaceae	1	4	3	2	3	3	1	0
Myrsinaceae	3	3	1	0	2	1	0	0
Equivalencia (%)	66	73	76	84	60	70	64	83

A, B, C, D, E, F y G igual figura 16.

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1. ASPECTOS FITOSOCIOLOGICOS

Los aportes fitosociológicos presentados para la vegetación zonal del páramo del flanco Occidental del volcán Doña Juana corresponden a 14 novedades sintaxonómicas, distribuidas en una clase, dos ordenes, tres alianzas y ocho asociaciones. Similar a lo registrado en páramos colombianos, el mayor número de comunidades vegetales o asociaciones se establecen en la franja del páramo medio (con seis asociaciones) seguido por el subpáramo y el superpáramo (Rangel-Ch, 2000) (Véase cuadro 2).

La vegetación que se establece en la franja alto andina y el subpáramo del flanco noroccidental del edificio volcánico, esta constituida por bosques achaparrados y matorrales dominados por *Weinmannia brachystachya* y *Escallonia resinosa* (Escallonio resinosae-Weinmannietum brachystachyae); fitocenosis similares se han registrado en las cordilleras Central y Occidental.

En el P. N. N. Puracé (cordillera Central), Duque & Rangel-Ch (1989), propusieron la asociación Weinmannio brachystachyae-Miconietum cuneifoliae, con la cual comparte a *Weinmannia brachystachya* y *Blechnum loxense* como especies dominantes y *Themistoclesia dependens* como características de asociación. Los sintaxones se diferencian por la presencia de *Miconia cuneifolia*, *Ribes leptostachys* y *Diplostephium spinulosum*, en el Púrace; y *Escallonia resinosa*, en el Doña Juana.

En el municipio de Belalcázar (Cauca), Rangel-Ch & Franco (1986), registraron bosques dominados por *Weinmannia brachystachya* asociados con especies ausentes en el Doña Juana, tales como *Diplostephium floribundum*, *Gynoxys tolimense* y *Neurolepis aperta*.

Cuadro 2. Esquema zonación altitudinal de las comunidades vegetales o asociaciones del volcán Doña Juana.

<b>Tipos de Vegetación</b> (Rangel-Ch,2000a)	<b>Comunidades vegetales o asociaciones</b>	<b>Franjas Paramunas</b> (Rangel- Ch, 2000a)
Bosques achaparrados Matorrales	Escallonio resinosae-Weinmannietum mariquitae	Alto andina
Frailejonales	Espeletio pycnophyllae-Blechnetum loxensis	Subpáramo
Herbazales	Epidendro torquathi-Disterigmatum codonanthi	
Chuscales	Neurolepidio acuminatissimae-Diplostephietum cayambensis	Páramo medio
Pajonales	Gentianello dacrydioidis-Puyetum cuatrecasassi	
	Cortaderio nitidae- Pernettyetum prostratae Calamagrostio rectae-Hypochaeridietum sessiliflorae	
Pajonales Prados	Agrostio foliatae-Calamagrostietum guamanensis	Superpáramo

Rangel-Ch (2000), reseña el syntaxón, *Weinmannio mariquitae-Miconietum gleasoniana*, con distribución en el Macizo del Tatamá (cordillera Occidental), entre los 3300 y 3700 m. Se relaciona con la asociación en cuestión, en la presencia de *Miconia gleasoniana*, *Hedyosmum cumbalense*, *Hesperomeles obtusifolia* y *Geissanthus andinus* como especies características; sin embargo, los syntaxones son separados por la dominancia de *Weinmannia brachystachya* en el Doña Juana.

En el P. N.N. Los Nevados, Cleef *et al.* (1983), describieron tipos de vegetación compuestos por *Weinmannia mariquitae* y especies de *Miconia*. Aunque los lazos

florísticos no son tan estrechos como los anteriores syntaxones, se asemejan en la presencia de *Weinmannia* y *Miconia* como géneros importantes en el arreglo estructural.

En el subpáramo y páramo medio del flanco noroccidental del volcán Doña Juana, se registró la asociación Espeletio *pycnophylla*-*Blechnetum loxense* que incluye frailejonales-pajonales y frailejonales-matorrales. Los frailejonales-pajonales, constituidos por macollas de *Calamagrostis macrophylla*, se encuentran colonizando áreas de derrumbes donde anteriormente existía vegetación cerrada de la asociación Escallonio *resinosae*-*Weinmannietum brachystachyae* como lo indica la presencia de reliquias en el estrato rasante de algunos levantamientos.

Por otro lado, los frailejonales-matorrales corresponden a vegetación semicerrada presente en zonas no alteradas, estructuralmente están dominados por especies rosetosas (*E. pycnophylla* y *B. loxense*) y arbustivas (Ericaceas, *Diplostephium cayambense* y *Gaiadendron puntactum*).

Comunidades vegetales con *E. pycnophylla*, son características de los páramos del norte del Ecuador (Provincias del Carchi y Sucumbios) y de los páramos del departamento de Nariño; donde se encuentran asociadas con *Calamagrostis effusa* (e.g. Páramo del Angel, volcan Cumbal y Serranía Morasurco) y *Orthrosanthus chimboracensis* (volcanes Azufra y Cumbal) (Díaz & Pedraza, 2001; Neill, 1999; Rangel-Ch & Garzón, 1995b; Rangel-Ch & Ariza, 2000a)

Frente a syntaxones propuestos para la franja paramuna colombiana, la asociación Espeletio *pycnophylla*-*Blechnetum loxense* es cercana en cuanto a estructura, composición y rasgos corológicos a *Ugno myricoidis*-*Espeletietum hartwegianae*, propuesta por Rangel-Ch & Ariza (2000a) para el páramo de Bordoncillo. Las asociaciones comparten la dominancia de *Blechnum loxense* y la presencia de *Ugni myricoides*, *Lepicolea pruinosa* y *Sphagnum magellanicum* y difieren en la ausencia de *Espeletia hartwegiana*, *Diplostephium schultzii* y *Calamagrostis effusa*, las cuales son remplazadas localmente por *Espeletia pycnophylla*, *Diplostephium cayambense* y *Calamagrostis macrophylla*.

Con relación a *Blechno loxensis*–*Espeletietum hartwegianae* Duque & Rangel-Ch, 1989, registrado en los páramos del P.N.N. Puracé, comparten la dominancia de *Blechnum loxense* y la presencia de *Hypericum laricifolium* y *Calamagrostis macrophylla*; los sintoxones divergen por la presencia de *Espeletia hartwegiana* (Puracé) y *Espeletia pycnophylla* (Doña Juana).

La presencia de *Vaccinium floribundum*, *Bomarea linifolia*, *Hesperomeles obtusifolia* y *Rhynchospora macrochaeta* la relacionan florístico-estructuralmente con la asociación *Vaccinio floribundi*–*Espeletietum hartwegianae* Rangel-Ch & Ariza 2000, registrada entre los 3550 y 3810 en los volcanes Cumbal y Galeras. Los sintaxones son separados por *Espeletia hartwegiana* y *Calamagrostis effusa* presentes en Cumbal y Galeras y *Espeletia pycnophylla* y *Calamagrostis macrophylla*, en el Doña Juana.

La asociación en cuestión se asemeja en el aspecto fisionómico (dominancia de elementos rosetosos) y la importancia fitosociológica de *Blechnum loxense* a las sintaxones: *Blechno loxensis*-*Espeletio murilloi* descrita por Hernández & Rangel-Ch (2002), para los páramos de la Rusia y *Blechno loxensis*-*Espeletietum frontinoensis* de Rangel-Ch *et al.*, (1999), para el páramo de Frontino.

La vegetación del subpáramo y páramo medio del flanco sur-occidental del volcán Doña Juana, es bastante diferente en cuanto a fisionomía y preferencias ambientales a la vegetación presente en el lado noroccidental; corresponde a herbazales-arbustales de orquídeas, ericáceas y tapetes de *Leptodontium luteum* y *Racomitrium crispispilum* (*Epidendro torquathi*-*Disterigmatum codonanthi*) que se establecen en ambientes influenciados por los vientos secos de la vertiente del Juanambú y sobre superficies rocosas de origen volcánico-clástico, brechítico y dacítico.

Con relación al arreglo florístico-estructural de la asociación es distinto al observado en otras unidades vegetales de la región paramuna colombiana.

De manera restringida en el páramo medio, se distribuyen sintaxones conformados por chuscales y pajonales mezclados con especies arbustivas de las familias Asteraceae, Ericaceae e Hypericaceae.

Chuscales con un marcado dominio de *Chusquea tessellata* son muy comunes en los Andes de Colombia y la cordillera de Talamanca de Costa Rica. En Colombia, se han registrado en la cordillera Occidental, en el Macizo de Tatamá (Cleef *et al.*, 2002); en la cordillera Oriental (Cleef, 1981; Vargas & Zuluaga, 1985; Sturm & Rangel-Ch, 1985; Sanchez *et al.*, 1989; Sanchez & Rangel-Ch, 1990; Rangel-Ch., 1994; Rangel-Ch & Sturm, 1994; Rangel-Ch & Ariza, 2000; Hernández-A & Rangel-Ch, 2002; Hernandez-R & Rangel-Ch, 2002; Galvan *et al.*, 2002); en la cordillera Central, en el volcán Puracé (Rangel-Ch & Franco, 1986; Duque, 1987; Duque & Rangel-Ch, 1989) y en la cordillera Centro-Oriental, en el volcán Petacas (Giraldo, com pers).

En el flanco noroccidental del volcán Doña Juana, los chuscales se encuentran cubriendo extensas áreas; pero *Chusquea tessellata* es remplazada localmente por *Neurolepis acuminatissima*, formaciones similares se han observado en el páramo del cerro Bordoncillo (Ramírez, com. pers) y en páramos del Ecuador, en estos últimos, están dominados por otras especies de *Neurolepis* tales como *N. nana* y *N. laegardii*, en el Parque Nacional Podocarpus (Cabrera *et al.*, 2000); y *N. aristata*, en el Parque Nacional Llanganates-cordillera Real (Neill, 2000)

Los chuscales de *Neurolepis acuminatissima* del Doña Juana mantienen los patrones corológicos observados en otros ecosistemas paramunos, como lo indica su preferencia por ambientes expuestos a las corrientes húmedas procedentes de la vertiente Amazónica.

Sintaxonomicamente, se presentan conformando la alianza Monticalio vaccinioidis–Neurolepidion acuminatissimae que incluye dos asociaciones: Neurolepidio acuminatissimae-Diplostephietum cayambensis y Gentianello dacrydioidis-Puyetum cuatrecasasii. Entre las especies inventariadas en la alianza figuran *Niphogeton ternata*, *Hypericum laricifolium*, *Blechnum loxense*, *Sphagnum magellanicum* y *Rhynchospora macrochaeta*, las cuales se encuentran también en chuscales del páramo Puracé,

*Pleurozium schreberi* y *Rhacocapus purpurascens*, en los páramos de Cruz Verde y Monserrate y *Monticalia vaccinioides*, en los páramos de Tatamá, Cocuy, Chita y Pisba.

Los pajonales, al igual que los chuscales se establecen en ambientes húmedos, están compuestos por especies de los géneros *Calamagrostis* (*C. recta*, *C. guamanesis*, *C. fibrovaginata*) y *Cortaderia* (*C. nitida*). Los pajonales de *Calamagrostis* se encuentra en el flanco noroccidental entre los 3800 y 3900 m junto a *Hypochaeris sessiliflora*, *Xenophyllum humile* y *Monticalia andicola* (*Calamagrostio rectae*–*Hypochaeridietum sessiliflorae*); mientras que los pajonales de *Cortaderia* se establecen en el flanco occidental entre los 3500 y 3650 m junto a *Pernettya prostrata* y *Disterigma codonanthum* (*Cortaderio nitidae*-*Pernettyetum prostratae* ).

Pajonales conformados por *Calamagrostis recta* son típicos en la franja paramuna de la cordillera Central colombiana; en el P.N.N Los Nevados, se encuentran conformando las asociaciones *Calamagrostietum effuso-rectae* y *Calandrinio acaulis-Calamagrostietum rectae* (Salamanca *et al.*, 1992 citado por Rangel-Ch, 2000), las cuales difieren florísticamente de la asociación presente en el Doña Juana.

Respecto a los pajonales de *Cortaderia nitida*, una comunidad con elementos ericoideos similares (*Vaccinium floribundum*, *Pernettya prostrata*) se encuentra en el páramo de la Laguna Verde (cordillera Oriental), entre los 3575 y 3650 m; junto a *Calamagrostis effusa*, *Arcytophyllum nitidum*, *Valeriana longifolia*, *Lachemilla mandoniana* y *Monticalia nitida* (Bekker y Cleef, 1985 citado por Rangel-Ch, 2000).

Otro caso ocurre, en los páramos del volcán Sumaco (Andes del Ecuador), entre los 3300 y 3700 m; donde *Cortaderia nitida* es dominante junto a *Blechnum loxense* (Lojtnant & Molau, 1982 citado por Neill, 2000).

En el área de estudio están ausentes pajonales de *Calamagrostis effusa*, los cuales son muy comunes en las tres cordilleras y la Sierra Nevada de Santa Marta, donde se encuentran codominando con especies rosetosas de la tribu Espeletiinae (como *Espeletia barclayana*,

*E. conglomerata*, *E. grandiflora*, *E. argentea*, *E. lopezii*, *Espeletopsis corymbosa* y *E. colombiana*, en la cordillera Oriental y *E. hartwegiana* en la C. Central y los volcanes Cumbal y Chiles) y especies arbustivas (como *Stevia lucida* en el costado sur de la Sierra Nevada de Santa Marta, *Arcytophyllum nitidum* en la cordillera Oriental, y *Loricaria complanata* y *Monticalia vaccinioides* en páramos de Nariño).

Este tipo de vegetación se ha registrado tanto en áreas naturales como colonizando áreas alteradas por quemas, labores agrícolas, ganaderas o clareos de vegetación (Rangel-Ch, 2000). En cuanto a sus preferencias climáticas, según Cleef (1980), se distribuyen principalmente en páramos secos y ligeramente húmedos; por lo tanto, las condiciones de alta humedad y el grado de conservación del páramo Doña Juana, pueden ser limitantes para el desarrollo de estas comunidades.

La vegetación de tipo pajonal del páramo Doña Juana, se extiende hasta el superpáramo donde se establece la asociación *Agrostio foliatae*-*Calamagrostietum guamanensis*. En contraste con los pajonales registrados en el páramo medio, estructuralmente corresponden a pajonales bajos con ausencia de elementos arbustivos.

Frente a otros páramos colombianos comparte la dominancia de *Agrostis foliata* y la distribución altitudinal con las asociación *Agrostietum foliatae* propuesta por Cleef *et al.* (1983), para el P.N.N. los Nevados. Sin embargo, no se observaron otros tipos de vegetación típicos en esta faja altitudinal, tales como los matorrales dominadas por especies de *Loricaria* (*L. colombiana* en el P.N.N los Nevados y el volcán Chiles, *L. thuyoides* en el Galeras y Chiles y *L. complata* en el P.N.N los Nevados y en la cordillera Oriental) y *Diplostephium* (*D. columbianum* y *D. romboidale* en la cordillera Oriental y *D. eriophorum* en el P.N.N. Los Nevados), rosetales bajos de *Draba* (*D. halli* y *D. alyssoides* en los páramos de Nariño, *D. pennell-hazenii* y *D. pachythyrsa* en el P.N.N Los Nevados, *D. rositae*, *D. litamo* y *D. hamennii* en la cordillera Oriental) y comunidades “tipo prado” de *Senecio* (*S. latiflorus* y *S. isabelis* en el P.N.N. Los Nevados) y *Lupinus* (*L. colombiensis* en el Galeras y *L. alopecuroides* en la cordillera Central y cordillera Oriental) (Rangel-Ch, 2000).

Aunque la vegetación azonal no fue objeto de estudio, esta se distribuye en inmediaciones de la laguna El Silencio y en el pantano de Santo Domingo (antigua laguna de Santo Domingo). Paradójicamente, siendo un páramo con una pluviosidad tan alta, están ausentes comunidades vegetales típicas en páramos azonales, como por ejemplo, las comunidades de *Plantago rigida*, *Distichia muscoides* y *Sphagnum*.

Visualmente la vegetación del flanco oriental del edificio volcánico, que tampoco se incluyó en este trabajo, comprende una franja de páramo dominada por elementos arbustivos y densas selvas altoandinas que limitan con el piedemonte amazónico.

## 7.2 RIQUEZA FLORISTICA

El páramo del flanco occidental del volcán Doña Juana presenta un espectro florístico congruente con lo registrado para el páramo global y los páramos de Colombia, donde Asteraceae, Orchidaceae y Lomariopsidaceae figuran como las familias vasculares más diversificadas en cuanto al número de géneros y especies, y *Epidendrum* y *Elaphoglossum* como los géneros más diversos (Rangel-Ch, 2000c; Murillo, 2000)

El 60% de las especies vasculares están agrupadas en las familias Asteraceae (13%), Orchidaceae (12%), Lomariopsidaceae (7%), Ericaceae (6%), Poaceae (5%), Melastomataceae (4%), Lycopodiaceae (4%), Rubiaceae (3%), Rosaceae (3%) y Cyperaceae (3%). Dentro de este grupo no figuran familias como Scrophulariaceae y Apiaceae importantes en las floras de los páramos de Puracé, P.N.N. Los Nevados Chingaza y Sumapaz (Rangel-Ch, 1995b; Rangel-Ch, 2000d) (Véase Anexo L.).

Entre los elementos florísticos ampliamente distribuidos en la región paramuna global, se registraron en el páramo Doña Juana a *Pernettya prostrata*, *Hypochaeris sessiliflora*, *Vaccinium floribundum*, *Caprosma granadensis*, *Monticalia vaccinioides*, *Gaultheria erecta*, *Gaiadendron punctatum*, *Hesperomeles obtusifolia* var. *obtusifolia* y *Galium hypocarpium*. (Rangel-Ch, 2000c).

Entre las especies restringidas a los páramos del sur de los Andes de Colombia se tienen a *Espeletia pycnophylla*, *Ranunculus gusmanni*, *Baccharis granadina*, *Weinmannia brachystachya*, *Disterigma codonanthum*, *Plutarchia angulata*, *Gentiana dracrydioides*, *Geranium rhomboidale* y *Gunnera tajumbina* (Rangel-Ch & Garzon, 1995c) Sin embargo, están ausentes especies de géneros típicos en estas regiones tales como *Isoetes*, *Chusquea*, *Ottoa*, *Paepalanthus*, *Xyris*, *Calandrinia*, *Oreomyrrhis*, *Orthrosanthus*, *Sisyrinchium*, *Ophioglossum*, *Semiramisia*, *Loricaria*, *Chaptalia*, *Lepanthes* y *Myrica*.

Como nuevos registros fitogeográficos para la flora paramuna de Colombia se presentan *Lasiocephalus mojandensis* (Asteraceae), *Diplostephium cayambense* (Asteraceae) y *Calamagrostis guamanensis* (Poaceae); especies distribuidas en páramos ecuatorianos (Jorgensen & León-Yañez, 2000)

Respecto a la distribución de la riqueza de especies a nivel de las comunidades vegetales, el mayor número de especies se presentan en las asociaciones que se establecen en las franjas altoandina, subpáramo y subpáramo-páramo medio, resultado que coincide con el esquema registrado en los ecosistemas páramunos colombianos (Rangel-Ch, 2000).

Florísticamente, en estas comunidades vegetales confluyen elementos frecuentes en la vegetación paramuna (*Espeletia*, *Disterigma*, *Pernettya*, *Calamagrostis*, *Agrostis*, *Gaultheria*, *Themistoclesia*, *Plutarchia*, *Arcytophyllum*, *Hypericum*, *Monnina*, *Hesperomeles* y *Gunnera*), altoandina (*Miconia*, *Weinmannia*, *Geissanthus*, y *Gaiadendron punctatum*) y andina (*Clethra*, *Hedyosmun*, *Ilex* y *Miconia*).

## 8. CONCLUSIONES

• El arreglo fitosociológico de la vegetación zonal del páramo del flanco occidental del volcán Doña Juana comprende 14 novedades sintaxonómicas para la región de vida paramuna, distribuidos en una clase, dos ordenes, tres alianzas y ocho asociaciones. Las unidades sintaxonómicas propuestas son:

- *Disterigmo codonanthi-Pernettyetea prostratae* cl. nov
  
- *Rhynchosporo macrochaetae-Pernettyetalia prostratae* ord. nov
  - *Diplostephio cayambensis-Blechnion loxensis* all. nov
    - *Escallonio resinosae-Weinmannietum brachystachyae* ass. nov
    - *Espeletio pycnophyllae-Blechnetum loxensis* ass. nov.
  
- *Racomitrio crispipili-Pernettion prostratae* all. nov
  - *Cortaderio nitidae-Pernettyetum prostratae* ass. nov.
  - *Epidendro torquathi-Disterigmatum codonanthi* ass nov.
  
- *Hyperico acicularis-Pernettyetalia prostratae* ord. nov.
  - *Monticalio vaccinioidis-Neurolepidion acuminatissimae* all. nov.
    - *Neurolepidio acuminatissimae-Diplostephietum cayambensis* ass nov.
    - *Gentianello dacrydioidis-Puyetum cuatrecasasii* ass. nov
  
- Alianza Incertae sedis
  - *Calamagrostio rectae-Hypochoeridietum sessiliflorae* ass. nov
  
- Orden Incertae sedis
  - Alianza Incertae sedis
    - *Agrostio foliatae-Calamagrostietum guamanensis* ass nov.

- El mayor número de comunidades vegetales o asociaciones se establecen en el páramo medio, seguido por subpáramo y superpáramo.
- Los syntaxones propuestos se encuentran mejor relacionados florístico-estructuralmente con los propuestos para El Cerro de Bordoncillo, los Volcanes del Altiplano Nariñense y la cordillera Central (Púracé y Los Nevados).
- En la franja paramuna del flanco occidental del volcán Doña Juana se registraron 109 familias, 213 géneros y 478 especies vegetales.
- Los grupos taxonómicos más diversos corresponden a las angiospermas (plantas con flores) con el 48% del total de las especies y las hepáticas con 18% de especies.
- El espectro florístico vascular es consistente con los registrados para el páramo global y los páramos colombianos, donde Asteraceae, Orchidaceae y Lomariopsidaceae figuran como las familias más ricas en número de especies; y *Epidendrum* y *Elaphoglossum* como los género más especiosos.
- Las asociaciones más diversas en cuanto al número de especies vegetales son Escallonio resinosa-Weinmannietum brachystachyae y Espeletio pycnophyllae-Blechnetum loxensis, que incluyen bosques achaparrados, matorrales y frailejones presentes en el flanco noroccidental entre los 3200 y 3600 m.
- Orchidaceae, Ericaceae y Melastomataceae corresponden a las familias más diversas en las asociaciones distribuidas en el subpáramo, mientras que Asteraceae, Poaceae y nuevamente Ericaceae para las que tiene distribución en el páramo medio.

## BIBLIOGRAFIA

AGUIRRE-C, Jaime y RANGEL-Ch., J. Orlando. Contribución al estudio ecológico y fitosociológico de las comunidades acuáticas macroscópicas y continentales del Lago de Tota y alrededores. Bogotá, 1976, 264 p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Naturales. Departamento de Biología.

BARKMAN, Jan Jahannes.; MORAVEC, Jaroslav. y RAUSCHERT Stephan. Code of phytosociological Nomenclature. En : Vegetatio Vol. 32, No. 3 (1976); p. 131-185.

BEKKER, R. P. y CLEEF, A. M. La vegetación del Páramo de Laguna Verde (Municipio de Tuasa, Cundinamarca). Bogota : Instituto Geografico Agustin Codazzi, 1985. 193p. + 1 plancha. (Análisis Geográficos no ; 14). Citado por : RANGEL-Ch., J. Orlando. La Diversidad Beta : Tipos de Vegetación. En : \_\_\_\_\_. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p. 658-719

BRAUN-BLANQUET, Josias. Fitosociología : Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Madrid : Bume, 1979. p. 1-197.

BRAUN-BLANQUET, Josias. Pflanzensoziologische Einheiten und ihre Klassifizierung En : Vegetatio. Vol. 3, No. 1/ 2 (1951); p. 126-133.

CABRERA, Omar *et al.* Diagnostico de la vegetación natural y de la intervención humana en los páramos de Parque Nacional Podocarpus. En : ASANZA, Mercedes et al. Resúmenes del Tercer Congreso Ecuatoriano de Botánica. Quito : Fundación Ecuatoriana para la Investigación y el desarrollo de la Botánica, 2000. p. 28.

CHAPARRO, Marta y AGUIRRE Jaime. Líquenes : Morfología, Anatomía y Sistemática. Bogotá : Facultad de Ciencias-Universidad Nacional de Colombia, 1995. 132 p.

CHURCHILL, Steven y LINARES, Edgar. *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis : Introducción a la Flora de Musgos de Colombia*. Bogotá : Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia, 1995. 924p. (Biblioteca Jose Jeronimo Triana ; no. 12)

CLEEF, Antoine. Vegetación del páramo neo-tropical y sus lazos australo-antárticos. *Colombia Geografica*. Vol. 7, No. 2 (1980); p. 7-49.

\_\_\_\_\_ *et al.* El problema de la zonación altitudinal del páramo y del bosque altoandino del Tatamá, cordillera Occidental (Colombia). En : RANGEL-Ch., J. Orlando; AGUIRRE, Jaime y ANDRADE, Gonzalo. Libro de Resúmenes Octavo Congreso Latinoamericano y Segundo Colombiano de Botánica. Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, 2002. p. 505.

\_\_\_\_\_ y RANGEL-Ch., J. Orlando. La vegetación del Páramo del noroeste de la Sierra Nevada de Santa Marta. En : VAN DER HAMMEN, Thomas y RUIZ, Pedro. La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia). Transecto Buritaca-La Cumbre. Berlin : J. Cramer, 1984. p. 267-406. (Estudios de Ecosistemas tropandinos ; no. 2)

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ y SALAMANCA Sonia. Reconocimiento de la Vegetación de la parte alta del transecto Parque Los Nevados. En : VAN DER HAMMEN, Thomas; PEREZ Alfonso. y PINTO-E, Polidoro. La cordillera Central Colombiana. Introducción y datos iniciales. Transecto Parque de los Nevados. Vaduz : J. Cramer, 1983. p. 150-173. (Estudios de Ecosistemas Tropandinos ; no. 1).

\_\_\_\_\_ The vegetación of the paramos of the Colombian cordillera Oriental. Vaduz : J. Cramer, 1981. 320 p. (Dissertationes Botanicae ; no. 61).

CRONQUIST, Arthur Jhon. *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia : Columbia University Press, 1981. 1262 p.

CUATRECASAS, José. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. En : Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. 10, No. 40 (1958); p. 221-268.

\_\_\_\_\_. *Observaciones geobotánicas en Colombia*. Madrid : Museo Nacional de Ciencias, 1934. 144 p. (Serie Botánica ; no. 27)

\_\_\_\_\_. Observaciones geobotánicas en Colombia. En : Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. 1, No. 1 (1936); p. 24-49; Vol. 1, No. 2 (1937); p. 100-131; Vol. 1, No. 3 (1937); p. 204-224.

DIAZ, Santiago y PEDRAZA Paola. Dos nuevas especies de Espeletia (Asteraceae-Heliantheae) de Colombia. . En : Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. 15 No. 94 (1991); p. 12-15.

DUQUE, Andrés. Comunidades vegetales en la zona paramuna del Parque Nacional Natural Puracé (Colombia). Cali, 1987, 137 p. Trabajo de grado (Biología). Universidad del Valle. Facultad de Ciencias Naturales. Departamento de Biología.

\_\_\_\_\_ y RANGEL-Ch., J. Orlando. Análisis fitosociológico de la vegetación paramuna del Parque Natural Puracé. En : HERRERA, Luisa Fernanda; DRENAN, Robert y URIBE, Carlos. Cacicazgos Prehispánicos del Valle de la Plata, Tomo 1. El Contexto Medioambiental de la Ocupación Humana. Pittsburg : Memoirs in Latin America-Archaeology 2, 1989. p. 70-95.

ERAZO, Gloria. *et al.* Caracterización de la vegetación paramuna de los Volcanes Azufral y Galeras. San Juan de Pasto, 1991, 242 p. Trabajo de grado (Especialista en Ecología). Universidad de Nariño. Escuela de Posgrados.

FLOREZ, Antonio. Geomorfología de los páramos. En : RANGEL-Ch., J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p. 24-36.

FRANCO, Pilar. Estudios fitoecológicos en el Parque Nacional Natural Chingaza. Bogotá, 1982, 264 p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Naturales. Departamento de Biología.

\_\_\_\_\_; RANGEL-Ch., J. Orlando y LOZANO, Gustavo. Estudios ecológicos en la cordillera Oriental II. Las comunidades vegetales de los alrededores de la Laguna de Chingaza. En : Caldasia. Vol. 15, No. 71/75 (oct. 1986); p. 219-248.

GALVAN, Sandra; ORTIZ, Nelsy y RANGEL-Ch., J. Orlando. Flora y vegetación del páramo Sisavita (Cucutilla, Norte de Santander). Estudio preliminar. En : RANGEL-Ch., J. Orlando; AGUIRRE, Jaime y ANDRADE, Gonzalo. Libro de Resúmenes Octavo

Congreso Latinoamericano y Segundo Colombiano de Botánica. Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, 2002. p. 168.

GRADSTEIN, Robbert; CHURCHILL, Steven y SALAZAR, Noris. A guide to the bryophytes of tropical America. Bronx : New York Botanical Garden Press, 1999. 577p. (Memoirs of the New York Botanical Garden; Vol. 86).

HERNANDEZ-A, Monica y RANGEL-Ch., J. Orlando. Vegetación del Páramo de la Rusia Duitama-Boyacá. En : RANGEL-Ch., J. Orlando; AGUIRRE, Jaime y ANDRADE, Gonzalo. Libro de Resúmenes Octavo Congreso Latinoamericano y Segundo Colombiano de Botánica. Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, 2002. p. 474.

HERNANDEZ-R, Juliana y RANGEL-CH, J. Orlando. La vegetación de los páramos de la cordillera Oriental colombiana : Síntesis Fitosociológica Preliminar. En : RANGEL-CH, J. Orlando; AGUIRRE, Jaime y ANDRADE, Gonzalo. Libro de Resúmenes Octavo Congreso Latinoamericano y Segundo Colombiano de Botánica. Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, 2002. p. 451.

HILL, Mark. TWISPAN-A FORTRAN program for arranging Multivariate data in an ordered two way table by classification of individuals and attributes. New York : Cornell University, 1979. 90p.

JORGENSEN, Peter y LEON-YAÑEZ, Susana. Resultados. En : JORGENSEN, Peter y LEON-YAÑEZ, Susana. Catalogue of the Vascular plants of Ecuador. St. Louis : Missouri Botanical Garden press, 2000. 1181p.

LOJTNANT, Bernt. y MOLAU Ulf. Analysis of a virgin páramo plant community on Volcán Sumaco. En : Nordic Journal Botany. No. 2. p. 567-574. Citado por NEILL, David. Vegetación. En : JORGENSEN, Peter y LEON-YAÑEZ, Susana. Catalogue of the Vascular plants of Ecuador. St. Louis : Missouri botanical Garden press, 1999. 1181p.

LOZANO-C, Gustavo y SCHNETTER, Reinhard. Estudios ecológicos en el páramo de Cruz Verde, Colombia II. Las Comunidades Vegetales. En : Caldasia. Vol. 11, No. 54 ( mar. 1976); p. 54-68.

LUTEYN, James. Páramo : Why study them?. En : BALSLEV, Henrik. y LUTEYN, James. Páramo : An Andean ecosystem under human influence. London : Academic Press, 1992. p. 1-15.

MATTEUCCI, Silvia y COLMA, Aida. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington : Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 1982. 168 p. (Monografía ; no. 22)

MALAGON CASTRO, Dimas y PULIDO ROA, Carlos. Suelos del Páramo Colombiano, En : RANGEL-Ch., J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica III. Santafé Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p. 37-84

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y URBANISMO. Guía para la elaboración de estudios del medio físico : Contenido y Metodología. 2 a ed., , Madrid : Centro de Estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, 1984. 572 p.

MORA-OSEJO, Eduardo y STURM, Helmut. Resumen y Conclusiones. En : \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. Estudios Ecológicos del páramo y del bosque altoandino cordillera Oriental de Colombia. Santafé de Bogotá : Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1994. p. 697. (Colección Jorge Alvarez Lleras ; no. 6).

MORAN, Robbin y RIBA, Ramón. Flora Mesoamericana : Psilotaceae a Salviniaceae Vol. 1. Mexico : Universidad Autónoma de México, 1995. 470p.

MUELLER-DOMBOIS, Dieter y ELLENBERG, Heinz. Aims and Methods of vegetation ecology. New York : J. Wiley y Sons, 1974. 547p.

MURILLO, María Teresa. Helechos. En : RANGEL-Ch., J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p. 528-562.

NARVAEZ BRAVO, Germán. Estudio Geográfico del Volcán Doña Juana y su área adyacente, una perspectiva ambiental. Santa fe de Bogotá, 1998, 192 p. Trabajo de grado (Geógrafo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Geografía.

NEILL, David. Vegetación. En : JORGENSEN, Peter y LEON-YAÑEZ, Susana. Catalogue of the Vascular plants of Ecuador. St. Louis : Missouri botanical Garden press, 1999. 1181p.

RANGEL-Ch., J. Orlando. Catálogo florístico de los macizos de Chingaza y Sumapaz. En : \_\_\_\_\_. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000d. p. 587-598.

\_\_\_\_\_. Clima de la región paramuna en Colombia. En : \_\_\_\_\_. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000b. p. 85-125.

\_\_\_\_\_. Consideraciones sobre la diversidad y la vegetación de Alta Montaña en Colombia. En : LOZANO, José. y PABON Daniel. Memorias del Primer Seminario taller sobre alta Montaña Colombiana. Bogotá : Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1995. p. 33-60. (Colección de Memorias ; no. 3).

\_\_\_\_\_ y STURM, Helmut. Consideraciones sobre la vegetación, la productividad primaria neta y la artropofauna asociada en regiones paramunas de la cordillera Oriental. En : MORA-OSEJO, Eduardo y STURM, Helmut. Estudios Ecológicos del páramo y del bosque altoandino cordillera Oriental de Colombia. Santafé de Bogotá : Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1994. p. 47-70. (Colección Jorge Alvarez Lleras ; no. 6).

\_\_\_\_\_ *et al.* Espermatófitos. En : \_\_\_\_\_. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p. 126-378.

\_\_\_\_\_ ; LOWY Peter y AGUILAR Mauricio. Distribución de los tipos de vegetación en las relaciones naturales de Colombia : Aproximación inicial. En : \_\_\_\_\_. Colombia Diversidad Biótica II. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, 1997. p. 383-436.

\_\_\_\_\_ ; SANCHEZ, Dario y ARIZA, Clara. Fitosociología del Paramo de Frontino. En : VELÁSQUEZ, Cesar *et al.* Tardiglacial y Holoceno del Norte de la cordillera Occidental de Colombia. Medellín : Universidad Nacional de Colombia-COLCIENCIAS, 1999. p. 110-120.

\_\_\_\_\_. La Diversidad Beta : Tipos de vegetación. En : \_\_\_\_\_. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p. 658-719

\_\_\_\_\_. La diversidad florística en el espacio andino de Colombia. En : CHURCHILL Steven et al. Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. New York : The New York Botanical Garden, 1995b. p. 187-205.

\_\_\_\_\_. La región paramuna y franja aledaña en Colombia. En : \_\_\_\_\_. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000a. p. 1-23.

\_\_\_\_\_. La vegetación del páramo del Cerro del Avión, Serranía del Perijá. Informe interno. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales-CORPOCESAR, 1994. Citado por : RANGEL-Ch., J. Orlando. La diversidad beta : Tipos de Vegetación. En : \_\_\_\_\_. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p. 658-719.

\_\_\_\_\_ y GARZON, Aida. Macizo Central Colombiano. En : RANGEL-Ch., J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica I. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, 1995a. p. 171-183.

\_\_\_\_\_ y VELAZQUEZ, Alejandro. Métodos de estudio de la vegetación. En : RANGEL-Ch., J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica II. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, 1997. p. 59-87.

\_\_\_\_\_ y ARIZA, Clara. Nuevos tratamientos sobre la vegetación del páramo : La vegetación de parque Nacional Natural Chingaza. En : RANGEL-CH, J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p. 720-753

\_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ Nuevos tratamientos sobre la vegetación del páramo : La vegetación paramuna de los volcanes de Nariño. En : RANGEL-CH, J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000a. p. 754-784.

\_\_\_\_\_ y FRANCO, Pilar. Observaciones fitoecológicas en varias regiones de vida de la cordillera Central de Colombia. En : Caldasia. Vol. 14, No. 67 (nov. 1985); p. 212–249.

\_\_\_\_\_ y GARZON, Aida. Parque Nacional Natural los Nevados. En : RANGEL-Ch., J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica I. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, 1995. p. 184–204.

\_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. Sierra Nevada de Santa Marta. En : RANGEL-Ch., J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica I. Santa fe de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, 1995b. p. 155-170.

\_\_\_\_\_. Síntesis final. Visión integradora sobre la región páramo. En : \_\_\_\_\_. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000c. p. 814- 836.

\_\_\_\_\_ *et al.* Tipos de Vegetación en el transecto Buritaca-La Cumbre (entre 0-4100 m) Sierra Nevada de Santa Marta. En : Colombia geográfica. Vol. 10, No 1 (1982); p. 1-20.

\_\_\_\_\_ y LOZANO, Gustavo. Un perfil de la vegetación entre la Plata (Huila) y el Volcán Puracé. En : Caldasia. Vol. 14, No. 68/70 (jun. 1986); p. 504–547.

\_\_\_\_\_ y GARZON, Aida. Volcanes del Altiplano Nariñense. En : RANGEL-Ch, J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica I. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, 1995c. p. 205-216.

SANCHEZ-M, Roberto y RANGEL-Ch, J. Orlando. Estudios Ecológicos en la cordillera Oriental V. Análisis Fitosociológico de la Vegetación de los depósitos turbosos paramunos de los alrededores de Bogotá. En : Caldasia. Vol. 16, No. 77 (1990); p. 155–192.

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ y AGUIRRE, Jaime. Estudios Ecológicos en la cordillera Oriental IV. Aspectos sinecológicos de la brioflora de los depósitos turbosos paramunos de los alrededores de Bogotá. En : Caldasia. Vol. 16, No. 76 (1989); p. 41-57.

SANCHEZ-S, Dario. Composición Florística del Páramo de Frontino. En : VELÁSQUEZ, Cesar et al. Tardiglacial y Holoceno del Norte de la cordillera Occidental de Colombia. Medellín : Universidad Nacional de Colombia-COLCIENCIAS, 1999. p. 59-109.

SALAMANCA, Sonia; CLEEF, Antoine y RANGEL-Ch., J. Orlando. La vegetación del páramo. En : SALAMANCA, Sonia. La vegetación del páramo y su dinámica en el Macizo Volcánico Ruiz-Tolima (cordillera Central colombiana). ). Bogota : Instituto Geografico Agustín Codazzi, 1992. p. 38-63. (Análisis Geográficos no ; 21). Citado por : RANGEL-Ch., J. Orlando. La Diversidad Beta : Tipos de Vegetación. En : \_\_\_\_\_. Colombia Diversidad Biótica III. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p. 658-719

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_. The Paramo vegetación. En : VAN DER HAMMEN, Thomas y DOS-SANTOS Alice. La Cordillera Central : Transecto Parque los Nevados (tercera parte). Berlin : J. Cramer, 1996. p. (Estudios de Ecosistemas Tropicandinos ; no. 4). SIPMAN, Harrie; AGUIRRE, Jaime y RANGEL-CH, J. Orlando. Líquenes. En : RANGEL-Ch., J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p. 379- 434.

STURM, Helmut y RANGEL-Ch , Orlando. Ecología de los páramos andinos. Una visión preliminar integradora. Bogotá : Instituto de Ciencias naturales-Museo de Historia Natural, 1985. 292p. (Biblioteca José Jerónimo Triana ; no. 9)

\_\_\_\_\_ y RANGEL-Ch., J. Orlando. Hépaticas. En : RANGEL-Ch, J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt, 2000. p. 435-472.

VAN DER HAMMEN, Thomas. y RANGEL-Ch., J. Orlando. El estudio de la vegetación en Colombia. En : RANGEL-Ch., J.Orlando. Colombia Diversidad Biótica II. Santafé de Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, 1997. p. 17-57.

VARESCHI, Volkmar. Flora de los páramos de Venezuela. Merida : Talleres Graficos Universidad de los Andes, 1970. 425 p.

VARGAS, Jesús Orlando y ZULUAGA, Silvio. Clasificación y ordenación de comunidades vegetales de páramo. En : Perez-Arbelaezia. Vol. 1, No. 2 (ene. 1986); p. 125-143.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ Contribución al estudio fitoecológico de la región de Monserrate. Santa fe de Bogotá, 1981, 264 p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Naturales. Departamento de Biología.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ La vegetación del Páramo Monserrate. En : STURM, Helmut y RANGEL-Ch., J. Orlando. Ecología de los Páramos Andinos. Una Visión preliminar integrada. Bogotá : Instituto de Ciencias Naturales-Museo de Historia Natural, 1985. p. 167-217. (Biblioteca José Jerónimo Triana ; no. 9)

VEGA, E. y MARTINEZ, E. Productos económicamente sustentables y servicios ambientales del páramo. Quito: GTP/Abya Yala, 1999. (Serie páramo ; no. 4.