



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

LA VEGETACIÓN DE LOS HUMEDALES
ALTOANDINOS DEL SECTOR PRESIDENTE,
PÁRAMO ALMORZADERO
(NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)

Diego Iván Capacho Navia



Tesis **Doctorales**

www.eltallerdigital.com

UNIVERSIDAD de ALICANTE

LA VEGETACIÓN DE LOS HUMEDALES ALTOANDINOS DEL SECTOR PRESIDENTE, PÁRAMO ALMORZADERO (NORTE DE SANTANDER, COLOMBIA)



DIEGO IVÁN CAPACHO NAVIA
Universidad de Alicante

Tesis Doctoral
Alicante, Febrero 2016



INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN CIBIO

FACULTAD DE CIENCIAS

**LA VEGETACIÓN DE LOS HUMEDALES ALTOANDINOS DEL
SECTOR DE PRESIDENTE, PÁRAMO DE ALMORZADERO (NORTE
DE SANTANDER, COLOMBIA)**

DIEGO IVAN CAPACHO NAVIA

Tesis presentada para aspirar al grado de
DOCTOR/DOCTORA POR LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE

**BIODIVERSIDAD: CONSERVACION Y GESTION DE LAS ESPECIES
Y LOS HABITATS**

Dirigida por:

M^a ÁNGELES ALONSO VARGAS

Febrero, 2016

A la fuerza universal que permite el entendimiento de todas las cosas

A mi madre quien hasta último momento mantuvo la fe y el optimismo en que pudiéramos concluir esta investigación, es ella quien se merece todos los créditos emocionales y personales de este logro, gracias hermosa Stellita por tu amor y compañía siempre.

A la familia Berrio Capacho, mi hermana y mi amado sebas, mi conexión con el universo en este planeta azul, a ellos todo mi amor por siempre en todos los estados de mi mente y de mi ser.

A la familia Rolon Maldonado, a mi amada Lucy Alejandra, guerrera incansable con quien he soportado duras tormentas y borrascas, deseando que de aquí en adelante el barco se repare para enfrentar juntos todos aquellos mares Junto a nuestro Chiqui.

A mi directora Ma Angeles Alonso, por sus enseñanzas paciencia y apoyo incondicional en mis días en España y mis ausencias intermedias al pasar de los años, gracias por haber venido a las lagunas conmigo y habernos regalado un poco de tu amor por la naturaleza y tu valiosa experiencia en campo, a ella, a su esposo y a sus hijos toda mi gratitud y admiración.

A Doris Zarate y a Pachito Pinto por su humanidad, hospitalidad y compasión, los champiñones el tofu, las galletas integrales y todo el menú energético, así como la asistencia técnica en temas emocionales y de salud física en los 22 días de reventón que constituyeron el trabajo de parto para el buen término de esta Tesis Doctoral en Bogotá.

Al Maestro Jairo Pinto, incansable investigador de los mejores, que sin duda representa el legado meticulosidad y entrega de los grandes maestros estudiosos de la escuela de la Universidad Nacional de Colombia y su instituto de ciencias. En el veo el legado de los pasos de los grandes como Thomas Van Der Hammen, Orlando Rangel y muchos más.

Mi mayor deseo es que este minucioso ejercicio de investigación sea una gota de aliento para la futura presentación y publicación de su Tesis Doctoral que sin duda marcará un antes y después en la historia de la vegetación de alta montaña en Colombia. A él le debo haber rescatado este proyecto de las penumbras de la desmotivación y haberme mostrado el camino para poder llegar al final, sin él, este aporte al conocimiento de la vegetación de estos sistemas lagunares, jamás habría sido posible. A él todo mi cariño respeto y gratitud por las largas horas de vida y salud dedicadas a dirigir todos los aspectos relacionados con esta investigación.

Al profesor Roberto Sánchez Maestro de Maestros, amigo entrañable en conexión eterna con la esencia de la naturaleza, la humildad y la sencillez, símbolo inequívoco de la ecuanimidad, un maestro Zen que no nació en las frías montañas del Himalaya sino en las verdes y majestuosas elevaciones tropicales. Gracias por enseñarme la flora del Páramo y por estos diez años de compañía., afecto, consejos y reflexiones de toda índole y en todas las áreas de la vida en este plano terrenal y en los otros.

A toda la gente del Herbario Hecasa de la Universidad de Pamplona HECASA, quienes me acogieron siempre con hospitalidad y cariño.

AL CIBIO y a todos aquellos que compartieron mi tránsito por allí, a mis grandes amigas Yunin Aguilar y Carolina Lazcano, a Flor Salvador por todo lo aprendido y por su enorme cariño siempre

Por ultimo agradecer a la montaña andina, gran maestra de los principios de la impermanencia y la transitoriedad de todas las cosas. Nos enseña misterios escondidos pero nos deja claro que aún es muy difícil interpretar las complejas dinámicas espacio temporales que se llevan a cabo en sus diferentes zonas.

Un agradecimiento especial a toda la gente de Chitagá y Presidente habitantes de Montaña.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I.....	1
1. INTRODUCCION	3
1.1 OBJETIVOS	8
1.1.1 General.....	8
1.1.2 Específicos	8
CAPITULO II.....	9
2. ANTECEDENTES	11
2.1 VEGETACIÓN Y FLORA EN SISTEMAS LAGUNARES EN AMÉRICA	11
2.2 GEOBOTÁNICA EN PÁRAMOS DE COLOMBIA.....	12
2.3 VEGETACIÓN, FLORA Y COMUNIDADES DE PÁRAMO EN COLOMBIA	15
2.4 Vegetación y flora de sistemas lagunares colombianos.	18
CAPITULO III.....	21
3. AREA DE ESTUDIO.....	23
3.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS	23
3.1.1 Departamento de Norte de Santander	23
3.1.2. El páramo de Almorzadero lagunas El Salado, Tambor y Comagueta.	23
3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS	28
3.3. HIDROGRAFÍA	29
3.4 GEOLOGÍA.....	29
3.4.1. Origen Geológico del Ecosistema Páramo	30
3.4.2. Era Proterozoica.....	30
3.4.3. Era Paleozoica	31
3.4.4. Era Mesozoica.....	31
3.4.5. Era Cenozoica.....	31
3.4.6. Litoestratigrafía.....	32
3.5 GEOMORFOLOGÍA	32
3.6 SUELOS.....	33
3.7 VEGETACIÓN.....	33
3.7.1 Clasificación de las regiones de vida en el Páramo colombiano.....	33
3.7.2 Tipos de Vegetación en los páramos colombianos	34
3.7.3 Características adaptativas de las bioformas del páramo	35
CAPITULO IV	39
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	41
4.1 TRABAJO DE CAMPO.....	41
4.2 PROCESAMIENTO DE DATOS	42
4.3 ANÁLISIS DE DATOS.....	43
CAPITULO V	45
5. RESULTADOS	47

5.1 VEGETACIÓN ACUÁTICA LACUSTRE Y REOFÍTICA	47
5.1.1 Alianza <i>Potamion illinoensis</i> Borhidi 1996	47
5.1.1.1 Asociación <i>Potametum pusilli</i> ass. nov.	48
5.1.1.2 Asociación <i>Callitricho nubigenae-Myriophylletum quitensis</i> ass. nov.	48
5.1.2 Alianza <i>Ditricho submersi-Isoetion</i> Cleef 1981 <i>nom. inval.</i> (Art. 3g).....	49
5.1.2.1 Asociación <i>Isoetetum karstenii</i> Cleef 1981	49
5.1.2.2 Asociación <i>Isoetetum palmeri</i> Cleef 1981	50
5.1.2.3 Asociación <i>Junco cyperoidis-Isoetetum novo-granadensis</i> ass. nov.	50
5.1.3 Otras comunidades reofíticas.....	51
5.1.3.2 Comunidad de <i>Juncus cyperoides</i>	51
5.1.3.3 Comunidad de <i>Elatine</i> sp.	52
5.2 VEGETACIÓN DE RIBERAS ROCOSAS.....	52
5.2.1 Comunidad de <i>Azorella crenata</i>	52
5.2.2 Comunidad de <i>Paepalanthus pilosus</i>	53
5.3 VEGETACIÓN ANFIBIA Y DE RIBERA.....	54
5.3.1 Alianza <i>Tillaeion paludosae</i> Cleef 1981 <i>nom. inval.</i> (Art. 2b, 3b, 3g)	54
5.3.1.1 Asociación <i>Crassulo venezuelensis-Ranunculetum limoselloidis</i> ass. nov.	54
5.3.1.2 Comunidad de <i>Limosella australis</i> Cleef 1981	55
5.3.2 Alianza <i>Ranunculo limoselloidis-Cotulion mexicanae</i> all. nov.	55
5.3.2.1 Asociación <i>Lachemilla mandoniana-Caricetum chordalidis</i> ass. nov.	56
5.3.2.2 Asociación <i>Cotulo mexicana-Eleocharitetum acicularis</i> ass. nov.	57
5.3.2.3 Asociación <i>Breutelio chryseae-Muhlenbergietum ligularis</i> ass. nov.	58
5.3.2.4 Asociación <i>Cotulo mexicana-Caricetum jamesonii</i> ass. nov.	58
5.3.2.5 Asociación <i>Breutelio integrifoliae-Caricetum pichinchensis</i> ass. nov.	59
5.3.2.6 Asociación <i>Paspalo bonplandiani-Caricetum bonplandii</i> ass. nov.	60
5.3.2.7 Comunidad de <i>Ranunculus limoselloides, Myriophyllum quitense</i> y <i>Eleocharis acicularis</i>	62
5.3.2.8 Comunidad de <i>Callitriche cf. nubigena</i> y <i>Ranunculus limoselloides</i> Cleef 1981	62
5.3.2.9 Comunidad de <i>Acmella repens</i> y <i>Calliergonella cuspidata</i> con <i>Ranunculus limoselloides</i>	63
5.3.2.10 Comunidad de <i>Equisetum bogotense</i> y <i>Marchantia chenopoda</i>	63
5.3.2.11 Comunidad de <i>Lachemilla mandoniana</i> con <i>Potentilla heterosepala</i> y <i>Breutelia chrysea</i>	64
5.3.2.12 Comunidad de <i>Lachemilla orbiculata</i> con <i>Cotula mexicana</i> y <i>Agrostis perennans</i> ...	64
5.3.2.13 Comunidad de <i>Cotula mexicana</i> con <i>Hypochaeris sessiliflora</i> y <i>Eryngium humile</i> ...	64
5.3.2.14 Comunidad de <i>Isoetes boyacensis</i> Cleef 1981	65
5.3.2.15 Comunidad de <i>Isoetes novo-granadensis, Cotula mexicana</i> y <i>Ranunculus limoselloides</i>	65
5.3.2.16 Comunidad de <i>Cotula mexicana</i> y <i>Xyris subulata</i> con <i>Isoetes palmeri</i>	66

5.3.2.17 Comunidad de <i>Ranunculus limoselloides</i> con <i>Drepanocladus aduncus</i> y <i>Cotula mexicana</i>	66
5.3.2.18 Comunidad de <i>Sphagnum angustifolium</i> con <i>Ranunculus limoselloides</i> y <i>Lachemilla mandoniana</i>	66
5.3.2.19 Comunidad de <i>Calliergonella cuspidata</i> con <i>Cotula mexicana</i> y <i>Oreomyrrhis andicola</i>	67
5.3.3 Alianza <i>Eleocharito acicularis-Erythranthion glabratae</i> all. nov.	69
5.3.3.1 Asociación <i>Eleocharito acicularis-Cardaminetum bonariensis</i> ass. nov.	70
5.3.3.2 Asociación <i>Eleocharito acicularis-Ranunculetum flagelliformis</i> ass. nov.	70
5.3.3.3 Comunidad de <i>Erythranthe glabrata</i> y <i>Vulpia</i> sp.	71
5.3.3.4 Comunidad de <i>Dumortiera hirsuta</i> con <i>Bidens andicola</i> , <i>Equisetum bogotense</i> y <i>Erythranthe glabrata</i>	71
5.3.3.5 Comunidad de <i>Xyris subulata</i> y <i>Calliergonella cuspidata</i> con <i>Erythranthe glabrata</i> ...	72
5.3.4 Otras comunidades anfibas y de ribera.....	72
5.3.4.1 Comunidad de <i>Lysipomia sphagnophila</i> , <i>Rhynchospora aristata</i> y <i>Solenostoma</i> sp. con <i>Lachemilla galioides</i>	72
5.3.4.2 Comunidad de <i>Lachemilla mandoniana</i> y <i>Plantago australis</i>	72
5.4 VEGETACIÓN DE PRADOS Y TAPETES DE TURBERAS.....	74
5.4.1 Alianza <i>Wernerion crasso-pygmaeae</i> Cleef 1981.....	74
5.4.1.1 Asociación <i>Carici pichinchensis-Wernerietum pygmaeae</i> ass. nov.....	74
5.4.1.2 Asociación <i>Oritrophio limnophili-Wernerietum pygmaeae</i> Cleef 1981.....	75
5.4.1.3 Comunidad de <i>Cotula mexicana</i> y <i>Werneria pygmaea</i> con <i>Isolepis cernua</i>	75
5.4.1.4 Comunidad de <i>Carex jamesonii</i> y <i>C. chordalis</i> con <i>Werneria pygmaea</i>	76
5.4.2 Alianza <i>Gentiano sedifoliae-Oritrophion limnophili</i> Cleef 1981 nom. inval. (Art. 3b)	77
5.4.2.1 Asociación <i>Floscaldasio hypsophilaie-Distichietum muscoidis</i> Cleef 1981	77
5.4.2.2 Asociación <i>Hyperico lancioideis-Plantaginetum rigidae</i> Cleef 1981	77
5.4.3 Alianza <i>Lachemillo mandonianaie-Plantaginion rigidae</i> all. nov.	77
5.4.3.1 Asociación <i>Cotulo mexicanaie-Plantaginetum rigidae</i> ass. nov.	78
5.4.3.2 Asociación <i>Lachemillo mandonianaie-Ranunculetum limoselloidis</i> ass. nov.	79
5.4.3.3 Comunidad de <i>Breutelia chrysea</i> y <i>Lachemilla mandoniana</i> con <i>Plantago rigida</i>	79
5.4.4 Otras comunidades de prados, tapetes y cojines vasculares de turberas	80
5.4.4.1 Asociación <i>Muhlenbergietum fastigiatae</i> Cleef 1981	80
5.4.4.2 Asociación <i>Plantagini australis-Azorelletum multifidae</i> ass. nov.	80
5.4.4.3 Comunidad de <i>Carex chordalis</i> y <i>Calliergonella cuspidata</i> con <i>Senecio anthemifolius</i> y <i>Lachemilla mutisii</i>	81
5.5 PRADOS DE BRIOFITAS	83
5.5.1 Comunidad de <i>Sphagnum magellanicum</i> con <i>Pentacalia ledifolia</i> y <i>Ageratina tinifolia</i> ..	83
5.5.2 Comunidad de <i>Calliergonella cuspidata</i> con <i>Isoetes karstenii</i> y <i>Callitriche nubigena</i>	83
5.5.3 Comunidad de <i>Calliergonella cuspidata</i> y <i>Breutelia chrysea</i> con <i>Dumortiera hirsuta</i>	83
5.5.4 Comunidad de <i>Marchantia chenopoda</i> con <i>Hydrocotyle bonplandii</i> y <i>Epilobium denticulatum</i>	84

5.5.5 Comunidad de <i>Polytrichum juniperinum</i>	84
5.5.6 Comunidad de <i>Campylopus arctocarpus</i> y <i>Bidens andicola</i>	84
5.5.7 Comunidad de <i>Sibthorpia repens</i> , <i>Breutelia chrysea</i> y <i>Rhacocarpus purpurascens</i>	85
5.6 PAJONALES Y PASTIZALES HÚMEDOS	87
5.6.1 Comunidad de <i>Calamagrostis ligulata</i> , <i>Drepanocladus aduncus</i> y <i>Calliergonella cuspidata</i>	87
5.6.2 Comunidad de <i>Calamagrostis viridiflavescens</i>	87
5.6.3 Comunidad de <i>Calamagrostis effusa</i> con <i>Ranunculus limoselloides</i>	88
5.6.4 Comunidad de <i>Calamagrostis recta</i> , <i>Hypericum juniperinum</i> y <i>Geranium santanderiense</i>	88
5.6.5 Comunidad <i>Agrostis trichodes</i> , <i>Poa annua</i> y <i>Paspalum bonplandianum</i>	88
5.7 CHUSCALES DE TURBERAS	89
5.7.1 Alianza <i>Gynoxyo baccharoidis</i> - <i>Chusqueion tessellatae</i> all. nov.....	89
5.7.2 Asociación <i>Cortaderio columbiana</i> - <i>Chusqueetum tessellatae</i> ass. nov.	90
5.7.3 Asociación <i>Miconio salicifoliae</i> - <i>Chusqueetum tessellatae</i> ass. nov.	90
5.8 Alianza <i>Incertae sedis</i>	91
5.8.1 Asociación <i>Diplostephietum revoluti</i> Cleef 1981	91
5.8.2 Asociación <i>Calliergonello cuspidatae</i> - <i>Chusqueetum tessellatae</i> ass. nov.	92
5.8.3 Asociación <i>Pentacalio vernicosae</i> - <i>Chusqueetum tessellatae</i> ass. nov.	92
5.8.4 Asociación <i>Calamagrostio effusae</i> - <i>Chusqueetum tessellatae</i> ass. nov.	93
5.9 Otras comunidades de chuscales de turberas con <i>Chusquea tessellata</i>	93
5.9.1 Comunidad de <i>Carex jamesonii</i> , <i>Carex chordalis</i> y <i>Calamagrostis recta</i> con <i>Hypericum juniperinum</i>	93
5.9.2 Comunidad de <i>Chusquea tessellata</i> con <i>Oritrophium peruvianum</i> y <i>Werneria pygmaea</i>	94
5.10 MATORRALES DE TURBERAS	96
5.10.1 Comunidad de <i>Diplostephium revolutum</i> con <i>Calliergonella cuspidata</i>	96
5.11 ROSETALES SECOS	96
5.11.1 Asociación <i>Acaeno cylindristachyae</i> - <i>Plantaginetum sericeae</i> Cleef 1981	96
5.12 MATORRALES ENANOS-FRAILEJONALES	96
5.12.1 Comunidad de <i>Hypericum mexicanum</i> , <i>Espeletia conglomerata</i> y <i>Carex jamesonii</i>	96
CAPITULO VI.	99
6. DISCUSIÓN.....	101
6.1 Aspectos generales	101
6.2 Representatividad florística	102
6.3 Esquema sintaxonómico	104
6.4 Sucesión y alteración	108
6.5 Aspectos sintaxonómicos	112
7. CONCLUSIONES.....	115
LITERATURA CITADA.....	117

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio en el contexto regional	24
Figura 2. Panorámica del área de estudio en 3D desde el costado NE y distribución de los puntos de muestreo (Norte de Santander-Santander, Colombia)	25
Figura 3. Panorámica del humedal del Salado (lagunas Comagüeta (izq.), El Salado (cent.), El Tambor (der.).....	25
Figura 4. Panorámica de la laguna El Salado (izq.) y el ascenso a la terraza pantanosa (escalera ciclópea, der.) y distribución de los puntos de muestreo (Chitagá, Norte de Santander, Colombia)	26
Figura 5. Panorámica de la terraza pantanosa (escalera ciclópea, izq.) y la laguna El Tambor (der.) y distribución de los puntos de muestreo (Chitagá, Norte de Santander, Colombia).....	26
Figura 6. Panorámica de la laguna Comagüeta y distribución de los puntos de muestreo (Chitagá, Norte de Santander, Colombia).....	27
Figura 7. Perfil de elevación idealizado del área de estudio en sentido SSW- NNE y distribución de los puntos de muestreo (Norte de Santander, Colombia).....	27
Figura 8. Panorámica del valle de la quebrada Angosturas desde el costado E y distribución de los puntos de muestreo (Cerrito, Santander, Colombia)	28

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición florística de la vegetación acuática y de riberas rocosas de los humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia)..	53
Tabla 2. Composición florística de la vegetación anfibia y de ribera de los humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia)	61
Tabla 3. Composición florística de otras comunidades anfibias y de ribera con <i>Cotula mexicana</i> y <i>Ranunculus limoselloides</i> de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia).....	68
Tabla 4. Composición florística de otras asociaciones y comunidades anfibias y de ribera de los humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia)	73
Tabla 5. Composición florística de la vegetación de prados y tapetes vasculares de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)	82
Tabla 6. Composición florística de la vegetación de prados de briofitas y pajonales-pastizales húmedos de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)	86
Tabla 7. Composición florística de la vegetación de chuscales de turberas de los humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia)..	95
Tabla 8. Composición florística de la vegetación de matorrales de turbera, rosetales secos y matorrales enanos-frailejones de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)	98
Tabla 9. Riqueza de los grupos florísticos observados en los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)	102
Tabla 10. Familias más ricas observadas en los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)	103
Tabla 11. Géneros más ricos observados en los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)	103

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Esquema sintaxonómico y comunidades asociadas para la vegetación acuática y de riberas rocosas de los humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia)	104
Cuadro 2. Esquema sintaxonómico y comunidades asociadas para la vegetación anfibia y de ribera de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia).....	105
Cuadro 3. Esquema sintaxonómico y comunidades asociadas para la vegetación de prados y tapetes vasculares y de briofitas de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)	106
Cuadro 4. Esquema sintaxonómico y comunidades asociadas para la vegetación de pajonales y pastizales húmedos, chuscales y matorrales de turberas de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)	107
Cuadro 5. Esquema sintaxonómico y comunidades asociadas para la vegetación de rosetales secos y matorrales enanos-frailejonales del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)	107

LISTA DE ANEXOS

(Consultar CD complementario al documento escrito)

Anexo 1. Localidades evaluadas en el sistema de humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero

Anexo 2. Ejemplares botánicos recolectados en el sistema de humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia)

Anexo 3. Síntesis de los reportes generados por el método automatizado TWINSPAN (Two-Way INdicator SPecies ANalysis – Análisis de especies indicadoras de dos vías) empleados para la clasificación de la vegetación del sistema de humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

Anexo 4. Especies más importantes en la fidelidad de alianzas y asociaciones de los humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia).

Anexo 5. Especies censadas (observadas/recolectadas) en el sistema de humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

Anexo 6. Aspecto de las unidades sintaxonómicas resultantes y otras comunidades vegetales asociadas identificadas en el sistema de humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia)

CAPITULO I



Panorámica Laguna El Salado, municipio de Chitagá, departamento Norte de Santander, Colombia.

1. INTRODUCCION

En Sudamérica los páramos cubren unos 35.000 Km² y forman un corredor entre la cordillera de Mérida en Venezuela hasta la depresión de Huancabamba en el Norte de Perú, con dos complejos separados, los páramos de Costa Rica y de la Sierra Nevada de Santa Marta, y con una continuidad en el sur, la Jalca peruana. Forman parte de la ecorregión páramo 5 países, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú; más al sur, se ubican ecosistemas de características similares, pero con diferencias claves y claras a nivel climático y ecológico como las jalcas y Punas (Hofstede *et al.* 2003).

El concepto de páramo es tan complejo que es difícil definirlo (Hofstede 2003). Es un ecosistema, un paisaje, un área geográfica, una zona de vida, un espacio de producción, un símbolo e inclusive un estado de clima. El valor y significado del trozo de páramo es diferente para cada grupo social. Rangel (2000) señala que el páramo está definido como región natural por la relación entre el suelo, el clima, la biota y la influencia humana. Un concepto en el cual la mayoría de autores coinciden es definirlo como un ecosistema natural de alta montaña tropical. Latitudinalmente (8° latitud norte y 11° latitud Sur) toda su área se encuentra en una situación tropical, casi ecuatorial (Monasterio 1980a), con abundantes alternancias térmicas diarias, ubicadas por encima del límite de bosque continuo (timberline) y por debajo del límite de las nieves perpetuas (snowline) (Luteyn 1999, Rangel 2000). Se trata por una parte del piso altitudinal de montañas tropicales cuyos rasgos predominantes son las bajas temperaturas, periodos con frecuencia de heladas nocturnas, inestabilidad de suelos por procesos morfogénicos asociados a actividad periglacial, con mayor intensidad en los pisos superiores (Cuatrecasas 1968, Vareschi 1970, Monasterio 1980, Baruch 1984, Sarmiento 1986a).

En las zonas de páramo los factores ambientales más importantes, en la variabilidad climática y de la vegetación, son la localización geográfica, la circulación de las masas de aire, la gran variabilidad térmica de los ciclos diarios comparados con los estacionales y los regímenes pluviométricos (Sarmiento, 1986). Las bajas temperaturas y los periodos libres de heladas en el páramo constituyen los factores limitantes en la dinámica, estructura y comportamiento de las comunidades vegetales y sus especies (Cuatrecasas 1968, Vareschi 1970, Monasterio 1980, Baruch 1984, Sarmiento 1986). La frecuencia de heladas nocturnas en la alta montaña tropical representa los filtros para la colonización por parte de la flora y son un freno para la estructuración de la vegetación (Monasterio, 1980b). Las fuertes variaciones de la temperatura son claves en el funcionamiento fisiológico de las especies, por que influyen en el desarrollo, crecimiento e integridad fisiológica (Austín y Smith, 1989). Así mismo, Rangel (2000) resalta que los cambios de radiación y temperatura son bruscos, con periodos contrastantes que se alternan, noches frías, húmedas y días muy soleados, en algunos casos con radiación intensa.

Desde un punto de vista estratégico, el páramo en Colombia y el mundo es un ecosistema de gran importancia para los países andinos. Su riqueza biológica, expresada en términos de especies endémicas, (Rivera *et al.* 1998, Hofstede, 2003) ha sido motivo de interés para muchos estudios orientados a la conservación y preservación de este bioma. El páramo es un hábitat que ofrece distintos servicios ambientales como: recolección y regulación del agua lluvia y la neblina, gracias a su cobertura vegetal y su suelo rico en materia orgánica; por ello, no es exagerado decir que todos los sistemas fluviales de los países de los andes del norte; nacen en el páramo (Hofstede, 2003).

Las características ecológicas, edafológicas, hidrológicas, geomorfológicas y los procesos históricos entre otros, han hecho del páramo un ecosistema bastante frágil a los procesos antrópicos. Las diferentes actividades humanas producen directa o indirectamente efectos sobre los componentes del páramo - es el caso de la reducción, fragmentación y degradación de las áreas del mismo en las últimas décadas - perceptibles a diferentes escalas espacio-temporales (Alarcón *et al.*, 2002). Estas características ambientales en el páramo favorecen la adaptación de los organismos, la disminución del escurrimiento superficial y el almacenamiento de agua en ciénagas y turberas, procesos claves para la dinámica hídrica de las regiones andinas (Hofstede, 2003).

Según Hofstede (2003), los impactos y amenazas de actividades mayores más importantes en el páramo son el Cambio global (a escala global y local); la agricultura (principalmente de tubérculos andinos como la papa, ajo, cebolla); la ganadería (principalmente bovina y ovina es probablemente el uso de tierra que más superficie ocupa en los páramos) y las quemadas asociadas; la deforestación (de bosques andinos) y reforestación con especies introducidas (por falta de experiencia técnica); y la minería (de recursos no renovables como oro, carbón y otros metales). Entre los impactos y amenazas de actividades menores destacan la cacería (principalmente de grandes y pequeños mamíferos); la recolección de leña y plantas medicinales (uso de productos secundarios de la flora nativa); la minería de tierra (transporte de suelo negro rico en materia orgánica para viveros, para la floricultura, para urbanización y como abono); y el turismo mal dirigido.

En relación a la dinámica hídrica en el páramo, los humedales, definidos en la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, como Hábitat de Aves Acuáticas" realizada en 1971, más conocida como la Convención de Ramsar, como: "extensiones de marisma, pantanos, turberas, cuerpos de agua de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas, corrientes, dulces, salobres y saladas incluyendo las áreas de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros". En otras palabras, los humedales son uno de los ecosistemas más productivos del mundo. Su característica determinante es la disposición constante o temporal de agua a lo largo de todo el año, esta situación favorece el desarrollo exitoso de una amplia diversidad de flora, fauna y microorganismos que interactúan en complejas relaciones para mantener un equilibrio ecológico de alta fragilidad (Castellanos, 2006). En

Colombia, factores como régimen climático, complejidad orogénica y ubicación biogeográfica se han combinado de forma excepcional para permitir que el recurso hídrico sea abundante y modele el paisaje tropical formando ríos, estuarios, pantanos, ciénagas y lagunas, entre otros.

Los humedales altoandinos están ubicados principalmente en los ecosistemas de páramo, jalca y puna, además de otros ecosistemas de alta montaña tropical. Conforman sistemas con una gran variedad de ambientes que de acuerdo con su tipo y origen pueden comprender: lagos y lagunas de agua dulce (glaciar, volcánico y tectónico), salares (antiguos mares evaporándose), lagunas saladas (mares antiguos con poca alimentación de agua dulce), lagunas salobres (mares antiguos con mayor dilución de agua dulce), bofedales y turberas (inundación o fuentes subterráneas), aguas termales y géiseres (actividad volcánica cerca de fuentes de agua), mallines (con aportes superficiales y subterráneos, que les dan carácter de “oasis” en zonas áridas), entre otros. Así mismo, de acuerdo al tipo de vegetación se pueden encontrar totorales (formaciones densas de ciperáceas inundadas o semi-inundadas cercanas a lagos y lagunas), vegas (formaciones herbáceas densas o muy densas formadas por escurrimientos superficiales temporales asociadas a flujos o suelos salinos), chuscales (formaciones densas de *Chusquea* asociadas a suelos húmedos), entre muchos otros (Ramsar 2005).

Castellanos (2006) resalta que los humedales son sistemas vivos que requieren un manejo sostenible, impulsado por el desarrollo de investigaciones biológicas que permiten dilucidar su funcionamiento, de tal forma que el hombre acceda a disfrutar de los múltiples servicios ambientales que estos sistemas proporcionan; por lo tanto el hombre, como beneficiario directo o indirecto, tiene la obligación de velar por su restauración y/o conservación a fin de evitar la pérdida o disminución de estos hábitats, lo cual afectaría drásticamente los altos índices de biodiversidad que en la actualidad sustenta nuestro país.

El principal bien que proveen los humedales altoandinos es la provisión de agua y algunos de las más relevantes funciones ecosistémicas y servicios ambientales están también asociados a los recursos hídricos (almacenamiento y regulación de caudales, generación hidroeléctrica, entre otros). Precisamente, uno de los más importantes servicios es el abastecimiento constante de agua potable para poblaciones humanas, agua dulce para riego de suelos agrícolas, y generación hidroeléctrica. En efecto, varias ciudades dependen de los humedales altoandinos debido a estos servicios fundamentales. Adicionalmente a los servicios ambientales antes mencionados deben añadirse los de estabilización de suelos, la prevención de deslaves y derrumbes y el mantenimiento del equilibrio ambiental tanto por permitir la sobrevivencia de especies singulares de flora y fauna, como por la fijación de carbono y purificación atmosférica y estabilización del clima (Ramsar 2005).

Es importante señalar que los bienes y servicios ambientales que proporcionan los humedales altoandinos no son ilimitados y que la degradación de estos ecosistemas acarrea la pérdida no sólo de fuentes esenciales de agua sino de otros múltiples beneficios que ofrecen dichos ambientes. Por ello, si queremos continuar aprovechándolos, debemos conservarlos y su uso no

debería rebasar los límites del umbral crítico, más allá del cual su deterioro se hace irreversible (Ramsar 2005).

Según la Estrategia Regional de Conservación y Uso Sostenible de los Humedales Altoandinos (Ramsar 2005), las causas directas que están presionando a los páramos de los andes del norte en relación a los humedales altoandinos son: introducción de plantas acuáticas invasoras, cuya proliferación favorece la sedimentación; degradación de suelos y humedales de páramo promovida por la actividad agrícola y ganadera (prácticas de labranza, aplicación de cal y de otros insumos químicos, así como pisadas del ganado contaminan y alteran la frágil estructura del suelo y su capacidad de retención de agua); desecación antrópica de humedales; construcción de infraestructura como presas hidroeléctricas, sistemas de irrigación, construcción de carreteras; explotación de canteras en microcuencas de captación de los sistemas de humedales paramunos; y quemadas antrópicas de pastizales.

Entre las causas subyacentes se encuentran: conflicto de intereses entre los diversos actores territoriales; inequitativa distribución de recursos naturales; legislación insuficiente (políticas turísticas) y/o reglamentadas e implementadas deficientemente; políticas agropecuarias y en general políticas sectoriales inadecuadas; conflictos de gobernabilidad e institucionalidad; debilidad institucional de los agentes gubernamentales responsables de la gestión de los páramos; sistemas inadecuados de tenencia de la tierra; y deficientes condiciones de desarrollo humano y calidad de vida (Ramsar 2005).

Adicionalmente, propiedades geomorfológicas precisas originan áreas permanentemente inundadas y suelos turbosos cuyas características restringen el establecimiento de los tipos de vegetación predominantes (zonales), promoviendo la presencia excepcional de comunidades vegetales tolerantes a estas condiciones (azonales), las cuales tienen mayor influencia de las particularidades del sustrato que del clima. Estos ambientes especiales en la región paramuna son considerados *pedorobiotomas* del tipo *helobioma – hidrobioma* (de suelos pantanosos o cubiertos con agua) (Walter, 1985) y es precisamente en este tipo de vegetación en el que se concentra el presente estudio.

Por las anteriores consideraciones, es importante disminuir la escala de desconocimiento en materia de la organización de las comunidades vegetales azonales asociadas a las hidroseries en humedales altoandinos a nivel regional, y fortalecer las investigaciones que permitan conocer el estado actual y potencial de los ecosistemas lagunares de alta montaña y sus áreas asociadas.

Es sabido por ejemplo, que la comunidad de macrófitos acuáticos constituye un componente muy importante dentro de un ecosistema acuático léntico, ya que son elementos activos en la organización de la zona litoral del mismo. Igualmente, son mediadores de transporte entre el sedimento y la atmósfera, de no ser por las macrófitas los nutrientes tendrían una mayor probabilidad de quedar definitivamente inmovilizados (Margalef 1983), lo cual expresa altos

valores de productividad y sirven de hábitat a una gran cantidad de organismos (Wetzel y Likens 1991).

En el año 2014 el Instituto Alexander Von Humbolt, -entidad que articula la investigación científica en el área de las ciencias naturales en el país y que aporta los lineamientos para las decisiones a nivel de gobierno- se comprometió a entregar al Ministerio de Medio Ambiente unos umbrales de delimitación de los diferentes complejos de páramos del país con el fin de que dicha institución determine el establecimiento de las zonas de posible intervención por parte de la industria minera. Esa situación ha dado lugar a importantes discusiones entre los que argumentan, que dadas las escalas de fragmentación y la profunda heterogeneidad de las dinámicas propias del ecosistema paramo, estos lugares deberían ser conservados y excluidos de toda intervención y aquellos que defienden que gestionando de forma adecuada estos ecosistemas, las zonas de paramo tendrían lugares adecuados para ejecutar actividades productivas y económicas propias del sector energético.

Para la ciencia colombiana, el páramo constituye una de las zonas más estudiadas y sus límites han sido definidos desde hace más de 50 – delimitación- por autores como Francisco José de Caldas, José Cuatrecasas y los trabajos realizados por la escuela del Instituto de Ciencias Naturales (ICN), de la Universidad Nacional de Colombia, basados en el estudio de la vegetación y las variables ecológicas que caracterizan estos ecosistemas entre otros. No obstante, aspectos relacionados con la dinámica de los humedales de alta montaña, como pueden ser: limnología, estudios de vegetación azonal vinculada a las hidroseries de zonas paramunas, estudios de relación entre variables físico químicas del agua en zonas de alta montaña con distintos niveles de intervención humana, capacidad de carga de complejos lagunares que ofrecen la materia prima en términos de gestión para el ordenamiento territorial de esas áreas, de cara a un buen manejo ecoturístico, entre otros, siguen siendo de vital interés para profundizar en el entendimiento y gestión del recurso agua, y de los bienes y servicios ambientales relacionados con este particular ecosistema de alta montaña Tropical.

Esta investigación se establece en la línea de seguidores de la idea de que ciertos lugares del páramo no deberían ser intervenidos y si es inevitable, debería hacerse bajo muy estrictas condiciones de manejo, que permitan salvaguardar los procesos naturales que garanticen un mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y un respeto por un ecosistema de alta fragilidad e importancia para el país.

El presente trabajo pretende ofrecer un aporte científico concreto al conocimiento de la dinámica de las comunidades vegetales de los lagos altoandinos de la parte más septentrional de la cordillera oriental con el fin de conocer y gestionar estos ecosistemas, en su condición de reguladores y distribuidores del recurso hídrico y ofrecer un estudio descriptivo a escala local que se transforme en un eje central de futuras investigaciones que relacionen otras variables ecológicas a las unidades de vegetación aquí descritas.

El problema central del presente estudio materializa la idea de un minucioso análisis de la vegetación azonal de los tres sistemas lagunares más importantes de la región que permita conocer, explicar e interpretar aspectos relevantes relacionados con la heterogeneidad de su vegetación, empleando métodos y/o técnicas numéricas de clasificación y ordenamiento

Tomando en cuenta los anteriores aspectos y considerando el momento coyuntural que viven actualmente los páramos y humedales altoandinos del país en su condición de ecosistemas estratégicos vulnerables y próximos a ser delimitados, este trabajo formuló los siguientes objetivos:

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

- Caracterizar la vegetación azonal de tres sistemas lacustres de alta montaña en el páramo de Almorzadero, departamento de Norte de Santander (Colombia) con base en su composición florística.

1.1.2 Específicos

- Describir las unidades de vegetación azonal presentes en la zona de estudio a partir de sus patrones de composición florística y sus propiedades ecológicas asociadas.
- Obtener un reporte florístico que permita identificar la mayoría de las especies presentes en la zona de estudio.

CAPITULO II



Vegetación acuática alrededor de la Laguna el Tambor. Al fondo rocas aborregadas modeladas por los eventos glaciares históricos.

2. ANTECEDENTES

A continuación se mencionan algunos de las investigaciones más relevantes llevadas a cabo en materia de estudios de vegetación y análisis florísticos en humedales. La información bibliográfica sigue un orden cronológico de acuerdo a los siguientes temas: Vegetación y flora en sistemas lagunares en América (2.1); Geobotánica en páramos de Colombia (2.2); Vegetación, flora y comunidades de páramo en Colombia (2.3); y Vegetación y flora de sistemas lagunares colombianos (2.4).

2.1 VEGETACIÓN Y FLORA EN SISTEMAS LAGUNARES EN AMÉRICA

Mercado (1998) realizó un estudio de la vegetación de la "Ceja de Monte" de los yungas del Parque Nacional Carrasco, perteneciente a la provincia del mismo nombre en el Departamento de Cochabamba, Bolivia, dentro de los límites altitudinales de 2.880 a 3.700 m. La metodología utilizada sigue la aproximación clásica de Braun-Blanquet (1979), adaptada según los modernos conceptos de la geobotánica dinámico-catenal. Se estableció un piso bioclimático con dos horizontes (supratropical inferior - supratropical superior) y se identificaron dos geoseries, con tres series de vegetación con sus respectivas etapas seriales: Serie de la Kewiña (*Symploco nanae* – *Polylepidetum lanatae*); serie del pino colorado (*Perseo ruizii* - *Prumnopityetum exiguae*) y finalmente la Serie del Aliso, representado por la comunidad del mismo (*Vallea stipularis* y *Alnus acuminata*). Se identificaron además vegetación azonal permanente (saxícola, acuática y epifítica), sumando diez asociaciones y dos comunidades, a su vez agrupadas en series climatofilas y series edafohigrófilas dentro los límites altitudinales previamente señalados.

Terneus (2002) analizó la distribución de plantas acuáticas y sus relaciones con factores ambientales en 16 lagunas andinas (3100 - 3900 m), nueve ubicadas cerca de la frontera norte del Ecuador, y siete ubicadas 600 km hacia el sur de las primeras, en el Parque Nacional Podocarpus. El propósito del estudio fue identificar diferencias en la composición florística y factores ambientales de dos sistemas lacustres ubicados en formaciones geológicas distintas y que por su distancia geográfica podrían ser distintos. La similitud florística la analizó mediante el índice de Steinhaus, mientras que las similitudes ambientales fueron analizadas mediante la distancia euclidiana. La incidencia de la altitud, la temperatura del agua, el pH, la conductividad, el tipo de sustrato, el contenido de SO₄ y de macronutrientes (Ca, Na, K, Al, Fe, Pb) los determinó por medio del Análisis de Componentes Principales (PCA). El autor identificó 19 especies en total (16 en los páramos de El Ángel y nueve en los páramos del Parque Nacional Podocarpus), de las cuales seis fueron comunes a las dos áreas de estudio. La riqueza de especies cerca de las orillas fue mayor que en las zonas profundas (>1 m). Las plantas enraizadas sumergidas fueron el modo de vida más diverso (47%), seguida por las enraizadas flotantes (21%) y enraizadas emergentes

(21%). Las plantas libre-flotantes (11%) fueron las más pobres en especies. El tipo de sustrato y la concentración de SO₄ fueron los parámetros ambientales que explicaron mejor los cambios en la composición florística, mientras que el pH, la altitud y la temperatura del agua tuvieron menos impacto.

Brak et al., (2005) en el área de la turbera de La Chonta, en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica, realizaron un análisis de las comunidades vegetales presentes. Identificaron nueve comunidades vegetales. Cuatro de ellas ocurren en la turbera propiamente dicha, tres en el borde y dos en el bosque que colinda con la turbera. La vegetación de la turbera propiamente dicha es acuática y muchas veces está sumergida. Se caracteriza principalmente por las especies de plantas vasculares *Eleocharis acicularis*, *Hieracium irasuense*, *Hypericum strictum*, *Paepalanthus costaricensis*, *Rhynchospora schaffneri*, *Utricularia* aff. *subulata* y *Xyris nigrescens* y los musgos *Sphagnum magellanicum* y *S. recurvum* (esfagno). La vegetación que predomina en el borde entre la turbera y el bosque está dominada por el helecho arborescente *Blechnum buchtieni*, la bromelia terrestre *Puya dasyliroides*, el zacate *Cortaderia nitida* (formando macollas), los arbustos *Disterigma humboldtii*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Pernettya prostrata*, *Vaccinium consanguineum* y *Ugni myricoides*, varios musgos, y los árboles *Escallonia myrtilioides* y *Drymis granadensis*. El bosque aledaño, por su lado, está dominado por robles altos (*Quercus seemannii*) acompañados por *Alnus acuminata* (jaúl), el bambú *Aulonemia viscosa*, los arbustos *Hesperomeles obtusifolia*, *Miconia tonduzii*, *Pernettya prostrata*, *Ugni myricoides* y *Vaccinium consanguineum*, la hierba *Ageratina ixiocladon* y los helechos *Blechnum chiriquanum*, *Plagiogyria semicordata* y *Pteridium arachnoideum*, más varios trepadores.

2.2 GEBOTÁNICA EN PÁRAMOS DE COLOMBIA

Cuatrecasas (1934) de sus observaciones geobotánicas en Colombia, específicamente en la Cordillera Oriental y Central, propuso las primeras clasificaciones de formas de vida del páramo Colombiano, basadas en la clasificación utilizada por Raunkiaer, como es el caso del género *Espeletia* que ubicó dentro de un tipo biológico especial, llamado el *Caulirossuletum*. Así mismo, señala que algunos peniclimax (clímax parcial en el que por la acción del hombre se conservan unas especies, cuyo desarrollo puede favorecer en perjuicio de otras que elimina total o parcialmente) que han sido encontradas en la zona de estudio como es el caso de *Alchemilletum orbiculatae*, citada años más tarde por otros autores como indicadora de zonas antropizadas.

Cuatrecasas (1958) definió el ecosistema de páramo como: "... extensas regiones desarboladas que coronan las sumidas de las cordilleras por encima del bosque andino, desde 3.800 metros (localmente 3.200 m) y que pueden dividirse en los subpisos: subpáramo, páramo propiamente dicho y superpáramo"... El autor realizó una comparación fitogeográfica de páramos entre varias Cordilleras colombianas, y señala que se establecieron diferencias entre asociaciones a diferentes

alturas, dando lugar a un esquema de la composición florística de las cordilleras Central y Oriental que tomaba en cuenta, las diferencias en los regímenes de precipitaciones de las mismas.

Cuatrecasas (1968) plantea en su trabajo clásico el Páramo vegetación y sus formas de vida, que el criterio de considerar la altura de las yemas de reemplazo sobre el nivel del suelo, no es aceptable para distinguir las formas biológicas de los andes, pues el hecho biológico que interesa es la tendencia a buscar la protección de los órganos vegetativos normales de la planta, aun conservando su estructura leñosa.

Van Der Hammen et al., (1980/1981), investigaron la secuencia glacial en el área de la Sierra Nevada del Cocuy (Cordillera Oriental, Colombia) en el campo y por medio de fotografías aéreas, en relación con la historia medioambiental, por medio de análisis de polen y de radiocarbono. Se reconocieron 5 (y posiblemente 6) "drifts" glaciales y en base de los grupos de morrenas terminales y laterales se definieron unos 6 estadios glaciales. "Drift" 2, 3,4, y 5 deben ser de edad Fuqueniense (Ultimo Glacial), "Drift" 6 es de edad Holoceno ("Neoglacial"). En los diagramas de polen los interestadiales de Saravita, Susacá y Guantiva están claramente reflejados como periodos con un límite de bosque algo más alto, una abundancia mayor de *Polylepiss* y una vegetación pionera interesante (frecuentemente con *Dodonaea*). La mayor extensión de los glaciares fué anterior a 25.000 B.P., probablemente entre 45.000 y 25.000 B.P. El clima en este periodo era húmedo y el límite del bosque se hallaba unos 800-1000 m de altitud debajo del actual, y durante el periodo temprano de mayor extensión del hielo, glaciares y bosque pueden haber estado localmente en contacto (en elevaciones entre 2200 y 2700 m), y la zona de páramo era relativamente angosta y húmeda, con abundante *Polylepis* en la parte baja. Entre 21.000 y 14.000 B.P., la extensión de los glaciares era mucho menor, el límite del bosque se hallaba a una elevación menor y el clima era más seco, resultando en una zona de páramo relativamente ancha y seca. El Tardiglacial tiene nuevamente un clima más húmedo, pero las temperaturas anuales están subiendo; hay dos estadios bien definidos. Hay indicios muy claros de una "neoglaciación"; los glaciares principiaron a retirarse de las morrenas terminales neoglaciales exteriores, probablemente después de 1850 A.D., y continúan su receso en la actualidad.

Van Der Hammen y Cleef (1986) discuten los eventos que ayudaron a la conformación del medio ambiente páramo y que son importantes para entender el origen y adaptación de las especies, su distribución, estructura y función en el ecosistema, así como las adaptaciones morfoecológicas a los actuales regímenes de disturbios. Como es el caso de las plantas C3 y C4 que han desarrollado sistemas fisiológicos diferentes para la absorción y uso del CO₂. Estos autores, consideraron una serie de tipos de elementos biogeográficos, basándose en los rangos de distribución de los géneros de plantas vasculares con representación en los páramos de Colombia y los agruparon en los siguientes siete elementos: Cosmopolita, Templado en sentido amplio, Holártico, Austral-Antártico, Tropical en sentido amplio, Neotropical y Endémico del páramo. Así mismo, plantearon las diferentes frecuencias de especies endémicas de cada páramo o complejo de paramos, como es el caso de los frailejones *Espeletia*, género que sólo en la Cordillera Oriental

alberga 40 especies distintas. Van Der Hammen explica, que durante las glaciaciones, que se presentaron muchas veces durante los últimos 2,5 millones de años (unas diez veces durante el último millón de años), los glaciares se extendieron (formándose donde antes no había), cubriendo todas las actuales áreas de páramo, bajando hasta unos 3.000 m de altitud. Durante períodos que podían durar muchos miles de años, estos glaciares se movían sobre el piso, excavando valles y hondonadas. Al retirarse los glaciares al término de cada glaciación dejaron un paisaje con relieve cada vez más pronunciado de valles y de hondonadas que se llenaron con agua (las actuales lagunas de páramo) o con pantanos.

Van Der Hammen, (1958, 1984, 1985, 1997) incorpora el concepto de paramización en el sentido del reemplazo de la vegetación boscosa por vegetación abierta de “tipo páramo” y se explica detalladamente de qué manera, varios eventos se interrelacionaron para que ocurrieran las glaciaciones en Colombia y, en general, en los Andes. Se estima que hace unos 30 millones de años el continente de la Antártida se ubicó en el Polo Sur (por deriva continental) y así se organizaron los intercambios térmicos Polo-Ecuador. Sin embargo, en nuestra posición ecuatorial se requiere la presencia de altas montañas para la formación de glaciares y fue con la orogenia andina finiterciaria cuya fase principal ocurrió en el Plioceno (de siete a cinco millones de años), que se dieron las condiciones para la formación de páramos y glaciares. Las investigaciones de van der Hammen han permitido conocer los cambios climáticos globales y sus consecuencias con base en el polen contenido en los sedimentos lacustres del paleolago de Bogotá, cuyos análisis indican para los últimos 3,5 millones de años una alternancia de 27 ciclos glacial-interglacial. Igualmente las investigaciones de Van Der Hammen han dado a conocer que la última glaciación empezó hace unos 116.000 años aproximadamente. Para los Andes colombianos los glaciares empezaron a formarse o quizás a crecer en los relictos de la penúltima glaciación hacia los 70.000 años aproximadamente. El óptimo glacial (temperaturas más bajas) ocurrió entre 70.000 y 18.000 años y los glaciares tuvieron su mayor crecimiento y avance entre 30.000 y 25.000 años (lo que se conoce como óptimo glacial) ya que la última parte del pleniglacial fue de poca humedad en los Andes colombianos.

Flórez (2000) plantean que el mayor avance glaciar descendió hasta los 3.000 ± 100 m de altitud en las montañas colombianas y cubrió una extensión de 17.109 km². Esto significa que el límite superior del páramo (y más exactamente del superpáramo) era de 3.000 ± 100 m de altitud, o, lo que es lo mismo, el límite superior del piso periglacial. El límite inferior coincide, con la aparición arriba de los 2.700 ± 100 m de altitud de una capa de gravilla (stone line) generalizada en la alta montaña colombiana bajo los suelos que se han desarrollado en el Holoceno.

Malagón (2002 y 2003) en su ensayo sobre tipología de suelos en Colombia presenta una amplia diversidad de suelos. Se tipifican aquellos que, por su grado de evolución, representan las condiciones ecológicas dominantes de las regiones naturales continentales del país. En el documento se ofrece datos importantes para entender la génesis de los suelos del páramo y el porqué de su composición actual. Para la alta montaña tropical el autor lo sitúa en las zonas

húmedas de los páramos, donde las características más resaltantes que determinan la baja estabilidad de los suelos en su estructura, son la acción del hielo acicular, los afloramientos rocosos, crioclastismo, alineamiento y selección de gravas y cascajos, gelifluxión, altas pendientes, desestabilización de vertientes, escasa vegetación y suelos incipientes. Altitudinalmente hay una marcada diferencia morfobioclimática en subregiones a saber: periglacial, páramo propiamente dicho y páramo bajo.

2.3 VEGETACIÓN, FLORA Y COMUNIDADES DE PÁRAMO EN COLOMBIA

Cleef (1981) incluye información básica sobre las afinidades fitogeográficas de los géneros de plantas vasculares del páramo, basadas en los numerosos inventarios realizados en la Cordillera Oriental (excepto en la zona de estudio de esta investigación). Plantea en su tesis varias comunidades que se han observado en el humedal del salado como el caso de *Carex pichinchensis* (*Caricetum pichinchensis*) acompañada siempre de *Ranunculus flagelliformis* o la Comunidad de *Equisetum bogotense* que define como vegetación de áreas muy húmedas hasta pantanosas. En ocasiones la especie dominante forma tapetes densos. Otras especies acompañantes son *Rhynchospora* sp y *Eleocharis acicularis*, géneros que guardan similitud con los encontrados en la zona de estudio.

La publicación seriada de los resultados de los transectos altitudinales del proyecto Ecoandes permitió conocer de manera muy detallada la vegetación desarrollada en algunos de los principales complejos paramunos del país. Los frutos de esta labor se dieron a conocer a principios de la década de 1980 con el estudio de las comunidades vegetales paramunas de la Sierra Nevada de Santa Marta (Cleef y Rangel 1984), continuando durante las décadas de 1990 y 2000 con la caracterización de los páramos del Parque Nacional Natural Los Nevados en la cordillera Central (Salamanca et al. 1992, 2003), el Parque Nacional Natural Tatamá en la cordillera Occidental (Cleef et al. 2005), y el Parque Nacional Natural Sumapaz en la cordillera Oriental (Cleef et al. 2008).

Sturm y Rangel (1985) revisaron la información acerca de las comunidades vegetales de la Cordillera Oriental Colombiana y la zona paramuna andina en general y propusieron un espectro florístico básico para comunidades del páramo. Para la Cordillera Oriental visitaron tres localidades: Sumapaz, Paramos de los Alrededores de Bogotá y Sierra Nevada del Cocuy. En el Sumapaz fisonómicamente predominan un frailejónal-arbustivo con *Espeletia grandiflora*, *Hypericum thuyoides*, *Pentacalia vernicosus*, *Baccharis tricuneata* e *Hypericum brathys* y fitosociológicamente tipificaría un taxón de la categoría de alianza. En la región de los alrededores de Bogotá las comunidades se establecen en sitios con pendientes fuertes y con escaso contenido de agua en el suelo. Los valores altos en la clase de presencia, en la cobertura de *Espeletiaopsis corymbosa* y las especies diferenciales le dan validez como sintaxon a nivel de asociación que encaja como variedad en el pajonal de *Calamagrostis effusa* y *Arcytophyllum nitidum*. En la Sierra Nevada del Cocuy la comunidad es dominada por *Espeletia lopezii* con individuos en todos los

estadios de desarrollo, preferentemente ocupa sitios planos con buena cantidad de agua en el suelo como los extensos valles glaciares donde los arbustos aumentan su cobertura y las gramíneas disminuyen.

Bekker y Cleef (1985) en sus levantamientos en el páramo seco de la Laguna Verde, recogieron valiosa información que ha sido fundamental a la hora de entender la manera, en que las actividades antrópicas, influyen en la diferenciación de ecotonos del páramo.

Luteyn (1999) y Sklenář *et al.* (2005) plantean la alta diversidad biológica del páramo y su enorme riqueza en endemismos, también organizó tablas que contenían información acerca de las familias más diversas en géneros y especies de varios grupos de plantas en los páramos de Colombia y el norte de Ecuador. Reseñó la presencia de 101 familias, 447 géneros y cerca de 3045 especies de espermatófitos desde Costa Rica, incluyendo Panamá, hasta Perú. Las familias más ricas en géneros y especies son Asteraceae (101/858), Orchidaceae (25/152) y Scrophulariaceae (14/144) y los géneros con mayor número: *Pentacalia* (89), *Diplostephium* (70), *Calceolaria* (65) y *Espeletia* (61). Así mismo, Luteyn enunció consideraciones de orden científico, ecológico y económico para la preservación de los ambientes paramunos y estableció diferencias entre la flora del páramo y la flora de la puna.

Rangel (2000) mencionó la presencia de 5168 especies en la gran región del páramo, de las cuales las más diversificadas eran Asteraceae (141 géneros/1165 especies); Orchidaceae (60/661) y Poaceae (56/292). Los géneros más diversificados son *Espeletia* (133) y *Epidendrum* y *Miconia* (116). Igualmente el autor en su libro Colombia: diversidad biótica III, La región de vida paramuna, incluye los catálogos florísticos de los macizos de Chingaza y Sumapaz, áreas estudiadas en su momento por Franco *et al.* (1986) y que constituyen importantes referencias para este trabajo por pertenecer a la Cordillera Oriental colombiana. En este trabajo Rangel plantea la clasificación de las franjas paramunas de acuerdo a los regímenes de precipitación donde la zona de estudio se ubicaría en un páramo semihúmedo.

Vargas *et al.* (2002) en un páramo atmosféricamente húmedo en el Parque Nacional Natural Chingaza, establecieron de manera indirecta un gradiente de intensidad de disturbio por pastoreo de ganado vacuno. Analizaron las variables: presencia/ausencia de musgo y boñiga, cambios en la altura de bambusoides de *Chusquea tessellata* (chusque), distancia entre chusques y número de frailejones vivos y muertos. Las medidas se evaluaron en 5 sitios a lo largo de un mismo valle. Un ACP determinó que los sitios de la parte baja del valle se relacionan positivamente con variables de alto pastoreo y los de la parte alta con bajo pastoreo. Una vez definido el gradiente, se compararon la estructura vertical de la vegetación de cada sitio. El biovolumen total (un estimador de la biomasa y necromasa aérea) disminuye con el aumento del disturbio, así como la diversidad de los estratos verticales. La proporción de biovolumen asimilatorio/biovolumen de necromasa aumenta en los sitios más pastoreados. Con el aumento de pastoreo las formas de crecimiento en macolla y bambusoide disminuyen y tienden a desaparecer, las ciperáceas

umentan en disturbios intermedios y las hierbas estoloníferas rastreras se asocian con los sitios más intensamente pastoreados.

Hernández-A y Rangel (2002) realizaron un catálogo florístico del Páramo de la Rusia, en el municipio de Duitama, Boyacá, Colombia. En el inventario florístico de la vegetación abierta (pajonales, frailejonales y matorrales enanos) y cerrada (matorrales altos y bosques de *Polylepis quadrijuga*) del Páramo de La Rusia, se registraron 578 especies, 269 géneros y 120 familias, distribuidos en grandes grupos de Angiospermas (297), Musgos (128), Líquenes (86), Helechos (38) y Hepáticas (29). La riqueza vegetal significa el 9 % de la flora del páramo colombiano a nivel de Angiospermas, el 28 % de Musgos, el 24 % de Líquenes, el 11 % de Helechos y el 7 % de Hepáticas; cifras que son muy significativas a nivel de riqueza florística, tomando en cuenta la extensión territorial. Las familias más ricas en cuanto al número de géneros y especies para las Angiospermas son Asteraceae (65), Poaceae (35), Ericaceae (12) y Orchidaceae (13); para los Líquenes Cladoniaceae (28) y Parmeliaceae (21) y para los Musgos Bartramiaceae (18) y Dicranaceae (34).

Cortés-S (1999) realizó el análisis estructural de los matorrales y los bosques de tipo secundario de la Serranía de Chía-Cundinamarca, entre los 2.890 y 3.100 m. El análisis estructural permitió diferenciar la vegetación leñosa en: Matorrales bajos (altura promedio 1.06m, con un rango de densidad entre 1.05-3.1 individuos/m² y número de especies leñosas entre 3 y 9). Matorrales altos (altura promedio 2.85, densidad 0.66-2.28 individuo/m², especies leñosas entre 6 y 11). Matorrales rosetosos (altura promedio 1.32m, rango de densidad 0.55-1.85 individuo/m² y entre 3 y 18 especies leñosas). Bosque andino de zonas altas (rango de altura máxima del dosel 8.5-12m, rango de densidad 0.34-0.96 individuos/m² y especies arbóreas entre 13 y 23); los valores de IPF más altos son para *Weinmannia tomentosa* (74.34), seguida de *Cavendishia bracteata* (26.76), *Miconia ligustrina* (19.11), *Diplosthepium rosmarinifolium* (19.03) y de IVI son para *Miconia squamulosa* (45.3), *W. tomentosa* (25.85), *C.bracteata* (15.15) *Myrsine guianensis* (12.51). Bosque andino de zonas bajas (altura máxima del dosel 8-10m, densidad 0.28-0.6 individuos/m²), los IPF más altos son de *Xylosma spiculifera* (54.45), *Daphnopsis caracasana* (28.66), *Durantha mutisii* (38.11), *Piper barbatum* (32.30) y en IVI son para *X. spiculifera* (23.55), *Vallea stipularis* (13.77), *P. barbatum* (12.07).

Premauer y Vargas (2004) en el Parque Nacional Natural Chingaza, cordillera Oriental de Colombia, estudiaron los patrones de diversidad de la vegetación de un páramo húmedo con relación a la intensidad de pastoreo actual y fuego ocasional. El muestreo se realizó con el método de línea intercepto en tres transectos de 50 m por cinco sitios del gradiente de disturbio. La mayor riqueza y equidad de especies se presentó en los sitios de disturbio intermedio, y la dominancia fue mayor en los sitios extremos del gradiente, cada uno con diferentes especies dominantes: *Chusquea tessellata* (chusque) en el sitio sin disturbio y *Lachemilla orbiculata* en el sitio con pastoreo intenso. Las distribuciones de abundancia de las especies tienden a ser logarítmicas hacia los dos extremos del gradiente y geométricas únicamente en los sitios sin disturbio y con

bajo disturbio. El sitio con quema y pastoreo moderado fue el único que se ajustó al modelo “palo quebrado”. Algunas especies como *Paspalum hirtum*, *Eleocharis acicularis* aumentan su abundancia con el incremento del disturbio, otras disminuyen como *Festuca* sp., *Espeletia killipii*, y otras son más abundantes en sitios de disturbio intermedio como *Rynchospora machrocaeta*, *Carex bonplandii*, *Halenia* spp.

Fernández-Alonso y Hernández-Schmidts (2007) realizaron el catálogo de las plantas vasculares de la cuenca alta del río Subachoque, situada al occidente de la Sabana de Bogotá (municipios de Subachoque, El Rosal y Madrid), entre 2.600 y 3.749 metros de altitud. La flora consta de 155 familias, 537 géneros y 1008 especies; 834 de ellas silvestres (incluidas 124 naturalizadas) y 174 cultivadas. La base de este trabajo fueron las recolecciones efectuadas en la región por un período de más de ocho años, información que se complementó con las colecciones históricas previamente conocidas. Las familias más diversas en la flora silvestre de la región son Asteraceae (59 géneros/115 especies), Orchidaceae (24/78) y Poaceae (29/52). La vegetación del área incluye: a) Páramo, en las laderas más altas (por encima de 3300 m), dominado por pajonales de *Calamagrostis* y *Espeletia*; b) Bosques y matorrales nativos de laderas altas, sobre todo entre 2.900 y 3.400 m, dominados por *Weinmannia* y *Brunellia*; c) Bosques y matorrales de laderas bajas, entre 2.600 y 2.900 m, con *Cedrela*, *Escallonia* y *Myrsine*; d) Vegetación acuática, en zanjas y pequeños pantanos, con *Juncus*, ciperáceas, *Ludwigia*, etc.; e) Vegetación arvense y ruderal, con muchas plantas exóticas naturalizadas como *Pennisetum*, *Hypochaeris*, *Trifolium*.

Recientemente Pinto-Z. y Rangel (2010a, 2010b) adelantaron la síntesis fitosociológica para los páramos de la Sierra Nevada de Santa Marta, la Serranía de Perijá y la cordillera Occidental colombiana, incluyendo una primera revisión sintaxonómica integral para las propuestas fitosociológicas realizadas a la fecha en el país.

2.4 VEGETACIÓN Y FLORA DE SISTEMAS LAGUNARES COLOMBIANOS.

Rangel y Aguirre (1983, 1986) reseñaron cordones de vegetación ribereña acuática sumergida y emergente del lago de Tota. Inventariaron matorrales del *Brachyoto-Calamagrostietum effusae* con *Espeletia lopezi* en los alrededores de la laguna y describieron unidades de vegetación llevando a cabo un análisis de formas de vida (Raunkiaer, en Braun Blanquet, 1979) y de las características foliares, las cuales permitieron diferenciar tendencias en los fitoclimas y en la textura de la vegetación en cada asociación reseñada.

Donato et al. (1996) estudiaron la ecología de dos sistemas acuáticos de páramo en la Laguna de Chingaza y el embalse de Chuza, ubicados en el Parque Nacional Natural Chingaza (Cordillera Oriental Colombiana), al oriente de la ciudad de Bogotá. De los resultados de los muestreos del fitoplancton, de las algas del perifiton, y de las mediciones de parámetros físicos y químicos, se concluyó que los sistemas acuáticos de alta montaña tropical se caracterizan, desde un punto de vista físico y químico, por tener aguas blandas, pH ácido y bajo contenido de mineral, por lo cual

se define como oligotróficos. Así mismo, encontraron que al igual que en otros sistemas acuáticos tropicales, el nitrógeno se comporta como elementos limitante. A pesar de la baja variación de la temperatura media mensual a lo largo del año, característica del trópico, se presentan cambios temporales en la dominancia de los grupos de algas, Dinophyceae, Chysophyceae y Cyanophyceae, pertenecientes al fitoplancton del embalse de Chuza; de otro lado, en la laguna de Chingaza se observó el predominio de Desmidiaceae, Bacillariophyceae y Cianophyceae en el fitoplancton y de Bacillariophyceae y Desmidiaceae dentro de las algas del perifiton.

Veloza et al. (2002) realizaron un estudio taxonómico de los Hidrofitos de la Laguna Negra en la región de Taquecitos, Paramo de Sumapaz, a 3.675 metros de altitud. Se determinaron los hidrofitos hasta la máxima categoría posible. La flora se agrupa en 20 familias, 23 géneros y 27 especies, pertenecientes a las divisiones Charophyta, Briophyta, Pteridophyta y Espermatophyta. Las especies encontradas se caracterizaron y con ellas se realizó una clave artificial y se representaron pictóricamente en un mapa del área con sus respectivos perfiles florísticos. De la división Charophyta fue identificado un género con una especie; de Briophyta 5 géneros y 7 especies; Pteridophyta de un género con una especie; y Espermatophyta 16 géneros 18 especies.

Donato (1998) menciona que la riqueza en agua de los páramos se pone en evidencia no sólo por los numerosos afluentes que allí tienen sus nacimientos o por la presencia de especies hidrófilas, sino especialmente por la presencia de numerosos humedales con espejo de agua aún visible, incluyendo lagunas, lagunetas y verdaderos lagos. Afirma que en la provincia de alta montaña se agrupan los ecosistemas acuáticos de páramo: ambientes lacustres oligotróficos que sufren un proceso natural de terrización y que constituyen depósitos de agua de consumo natural. Este autor, plantea que el área de los lagos tiene una relación inversa con la altitud, es decir que a mayor altitud menor área superficial. Sus estudios afirman que en los lagos de la de la cordillera Central hay más riqueza de especies que en la Oriental.

Donato 2001 con base en las diferencias geográficas, geológicas, de regímenes de precipitación, y ante la ausencia de datos básicos sobre la ecología acuática y estructura y dinámica del fitoplancton de los lagos de alta montaña en Colombia, caracterizaron aspectos limnológicos de trece lagos de páramo. El patrón de dominancia de las especies de fitoplancton entre los diferentes lagos, se destaca que en aquellos de la Cordillera Oriental y Central *Peridinium incospicuum*, *Gymnodinium* spp., *Aulacoseira itálica*, *Cryptomonas ovata* y *Chroomonas cf. minuta* son las especies más abundantes, mientras que en los lagos de la Cordillera Occidental y Nudo de los Pastos las especies predominantes son *Thachelomonas volvocina*, *Tetrastrum triangulare* y *Cyclotella stelligera*.

Domínguez et al. (2001) caracterizaron la estructura (florística, biotipológica y cuantitativa) de la comunidad de macrófitas acuáticas de tres sistemas lacustres de alta montaña (lagunas Candelaria, Negra y Estrella) localizadas en el municipio de Mongua-Boyacá, entre los 3.350 y 3.563 m. Considerando tanto variables físicas y químicas como las relacionadas con la descripción estructural de la comunidad. La estructura florística está representada por 46 especies (29 para L.

Negra, 18 en L. Estrella y 10 en L. Candelaria) agrupadas en 26 familias y 37 géneros. Las especies más representativas en cada sistemas son: *Sphagnum magellanicum* en L. Candelaria, *Myriophyllum quitense* en L. Negra y *Callitriche hetrophylla* en L. Estrella. El análisis de clasificación destaca el hecho de que aunque los tres sistemas comparten especies, biotipos y fisiotipos cada cuerpo lenfítico conserva una identidad en cuanto a su estructura. Al relacionar de manera puntual las variables físicas y químicas, parámetros como la conductividad, pH y oxígeno disuelto mostraron una correlación significativa con la estructura de la comunidad, especialmente en la laguna Negra y el fósforo total con la estructura fisiotipológica en la Candelaria.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

CAPITULO III



Panorámica de la Laguna El Salado, Chitaga Norte de Santander, Colombia

3. AREA DE ESTUDIO

3.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS

3.1.1 Departamento de Norte de Santander

Con relación a Colombia, el Departamento Norte de Santander está situado al Noreste, entre las cuencas del Lago de Maracaibo y el río Magdalena, atravesado por la Cordillera Oriental sobresaliendo en ella el macizo de Santander al Sur, la Serranía de los Motilones al occidente y el Nudo de Santurbán - Mérida al Oriente. Geográficamente está ubicado entre los paralelos 6° 46' 56" y 9° 18' 01" de latitud Norte y los meridianos 72° 01' 13" y 73° 38' 25" de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich. El Departamento tiene una extensión de 22.367 Km² que equivalen al 1.96 % de la superficie total del país (1.141.784 Km²) y al 8.43 % de la región andina (265.414 Km²). Limita por el Norte y el Oriente con la república de Venezuela, por el Sur con los departamentos de Boyacá y Santander y por el Occidente con los departamentos de Cesar y Santander (IGAC 2004).

3.1.2. El páramo de Almorzadero lagunas El Salado, Tambor y Comagueta.

El complejo de páramos de Almorzadero pertenece al distrito páramos de los Santanderes, situado al extremo Noreste de la cordillera de los Andes (Figura 1). Comprende una extensión aproximada de 125.120 ha distribuidas entre los 3100-4530 m entre los departamentos de Santander y Norte de Santander. Incluye localidades como los páramos de Mogotoroco, Anagá, Juradó, Las Coloradas, Mantilla, Tona, Berlín y Chitagá las cuales albergan 46 humedales reconocidos, correspondiendo en su mayoría a lagunas de sobreexcavación glaciar (37 lagunas aprox.). Los principales drenajes de la vertiente Oeste seca del complejo corresponden a los ríos Guaca y Servitá que alimentan la cuenca de río Chicamocha, parte de la gran cuenca del río Magdalena, mientras que del flanco Este húmedo descienden los ríos Chitagá, Valegrá y Rotambria tributarios del río Arauca, parte de la gran cuenca del río Orinoco.

El área de estudio se encuentra ubicada en el flanco Noreste húmedo de la cordillera entre las coordenadas 07°00'33.730"N – 07°01'02.417"N y 72°40'53.962"W – 72°42'55.271"W, en jurisdicción del Departamento de Norte de Santander, corregimiento de Presidente, municipio de Chitagá, entre las veredas Presidente y Lircha (Figura 2). Comprende un circo glaciar entre las cuchillas Las Torrecitas y Mesa Colorada que forma la sección alta del valle de la quebrada El Salado, tributario del río Chitagá, caracterizado por un sistema lagunar en tres cubetas de sobreexcavación glaciar denominadas El Salado (3456 m), El Tambor (3829 m) y Comagueta

(3415 m), separadas por zonas de pantanos turbosos en planicies colmatadas sobre escaleras ciclópeas (Flórez 2000, 2003) distribuidas a lo largo del curso de la quebrada El Salado (

Figura 3 a Figura 5). Al extremo Oeste de la cuchilla Mesa Colorada se sitúa la laguna Comagüeta sobre el curso de la quebrada del mismo nombre, tributaria del río Santo Domingo, a su vez parte de la cuenca del río Chitagá (Figura 6). En su conjunto abarcan un gradiente altitudinal entre los 3412-3829 m, propio de las regiones de vida del páramo medio (“páramo propiamente dicho”) y el subpáramo en transición con la vegetación leñosa del bosque altoandino (Rangel 2000) (Figura 7).

La divisoria de aguas separa los departamentos de Norte de Santander y Santander. El flanco Suroeste de la cuchilla La Mesa (o El Espejar), opuesto al área de estudio, está dispuesto en la vertiente seca de la cordillera y corresponde al valle de la quebrada Angosturas, tributario del río Angosturas, parte de la cuenca del río Chicamocha. En este sector se encuentra el pico más alto del páramo de Almorzadero denominado cerro Piedra Molino, y a los lados del valle principal se distribuyen unos sistemas de terrazas y planicies donde se sitúan algunas lagunas como Las Coloradas (“El Tatal”), La Colorada y Las Amarillas, entre otras (Figura 8).

Las lagunas estudiadas presentan diferentes grados de disturbio relacionados con la dificultad de acceso a los lugares, siendo los de más fácil penetración aquellos que presentan los niveles más altos de intervención (lagunas El Salado y Comagüeta). Igualmente el área del valle de la quebrada Angosturas presenta referencias históricas de alteración intensiva por actividades de pastoreo caprino ya desde la década de 1970 (Cleef 1981).

Figura 1. Localización del área de estudio en el contexto regional



Figura 2. Panorámica del área de estudio en 3D desde el costado NE y distribución de los puntos de muestreo (Norte de Santander-Santander, Colombia)

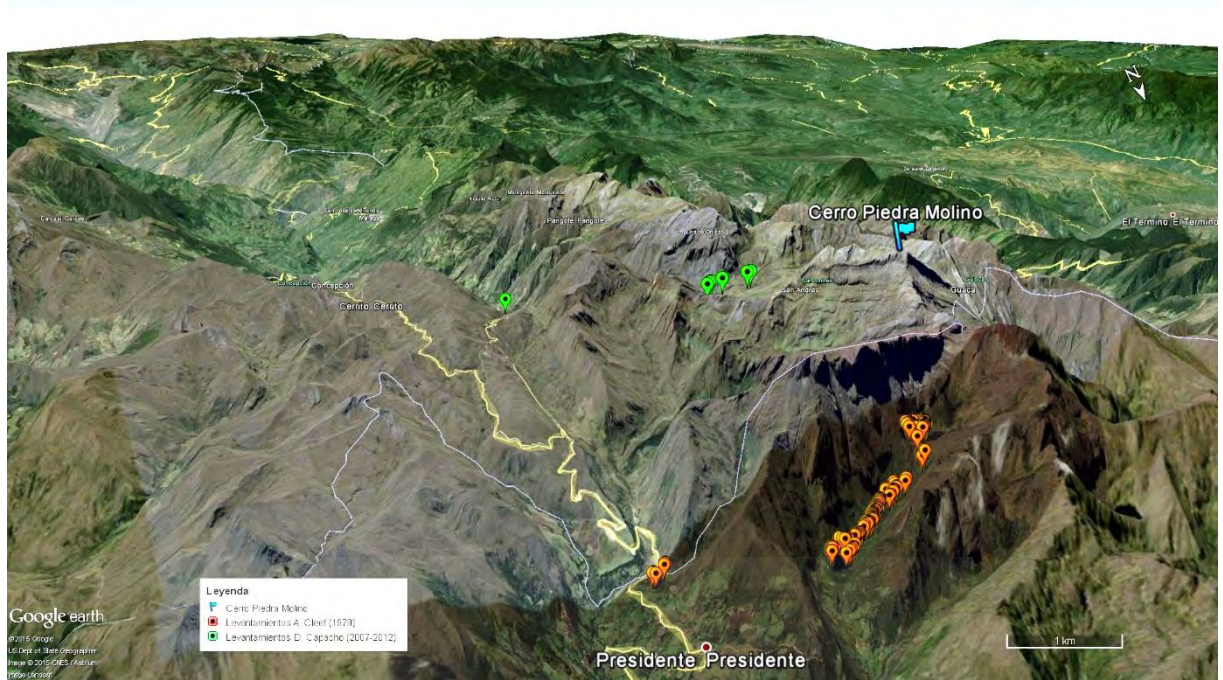


Figura 3. Panorámica del humedal del Salado (lagunas Comagüeta (izq.), El Salado (cent.), El Tambor (der.))

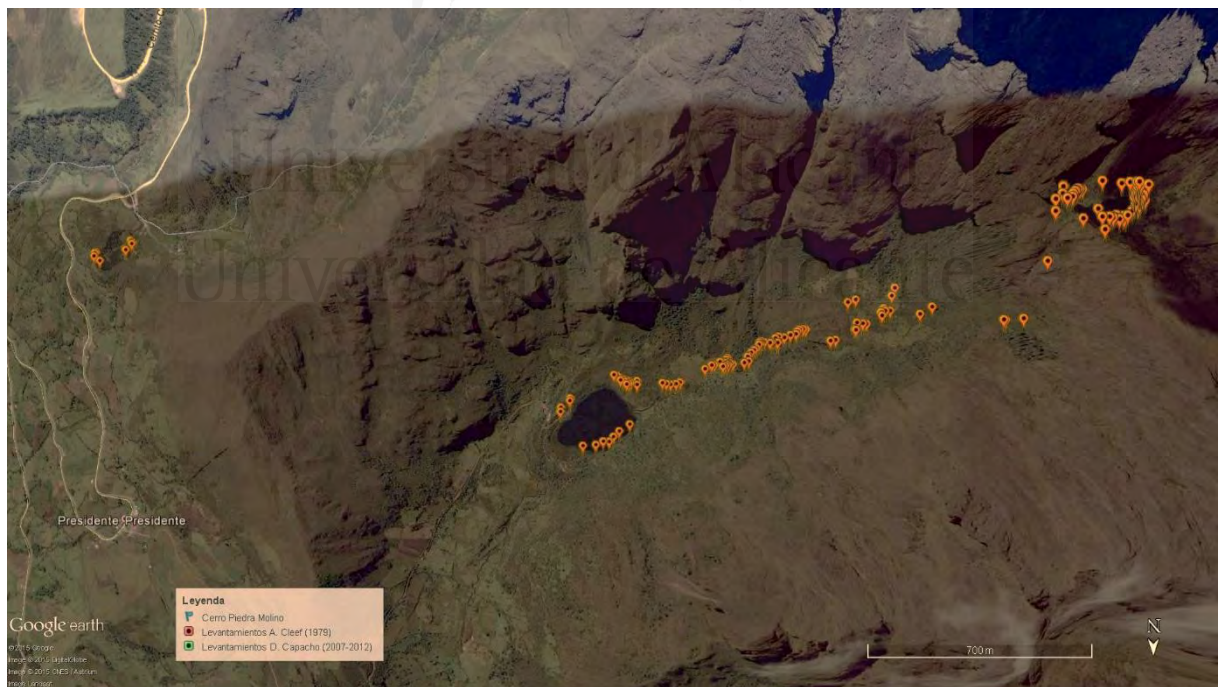


Figura 4. Panorámica de la laguna El Salado (izq.) y el ascenso a la terraza pantanosa (escalera ciclópea, der.) y distribución de los puntos de muestreo (Chitagá, Norte de Santander, Colombia)

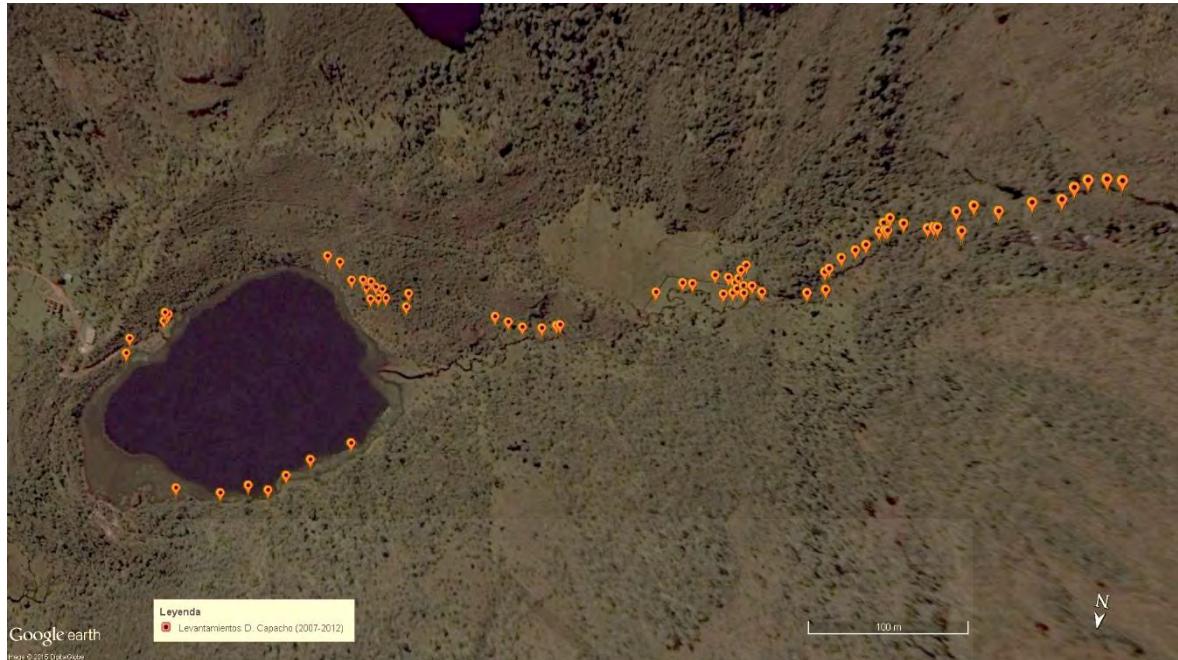


Figura 5. Panorámica de la terraza pantanosa (escalera ciclópea, izq.) y la laguna El Tambor (der.) y distribución de los puntos de muestreo (Chitagá, Norte de Santander, Colombia)

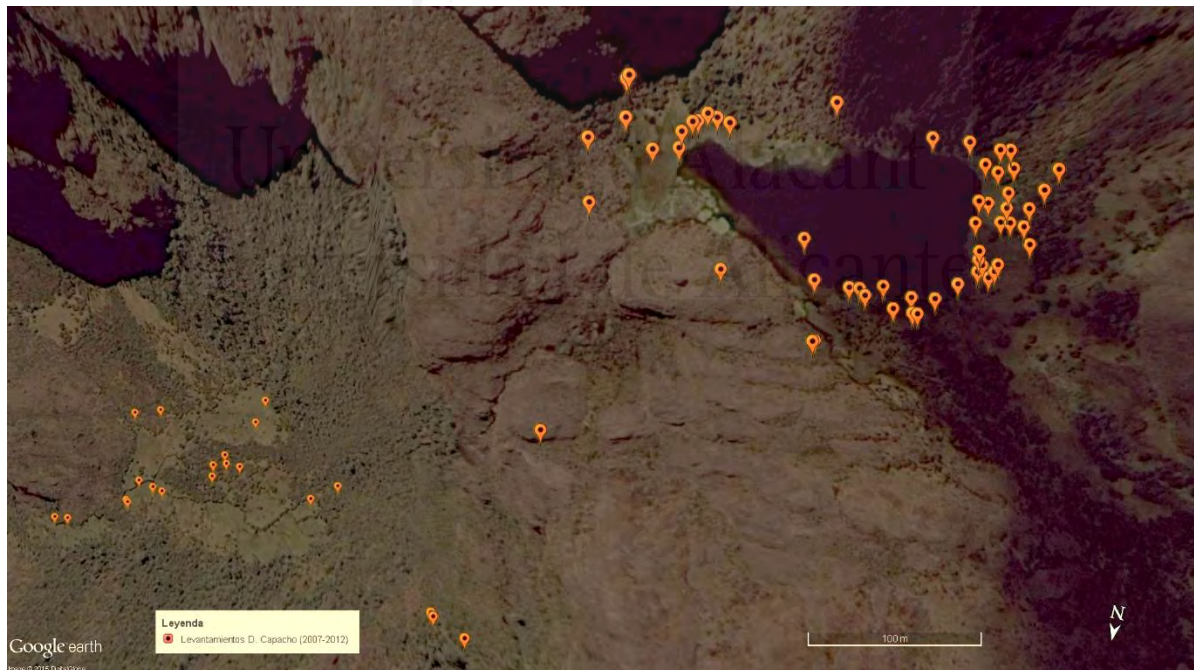


Figura 6. Panorámica de la laguna Comagüeta y distribución de los puntos de muestreo (Chitagá, Norte de Santander, Colombia)



Figura 7. Perfil de elevación idealizado del área de estudio en sentido SSW- NNE y distribución de los puntos de muestreo (Norte de Santander, Colombia)

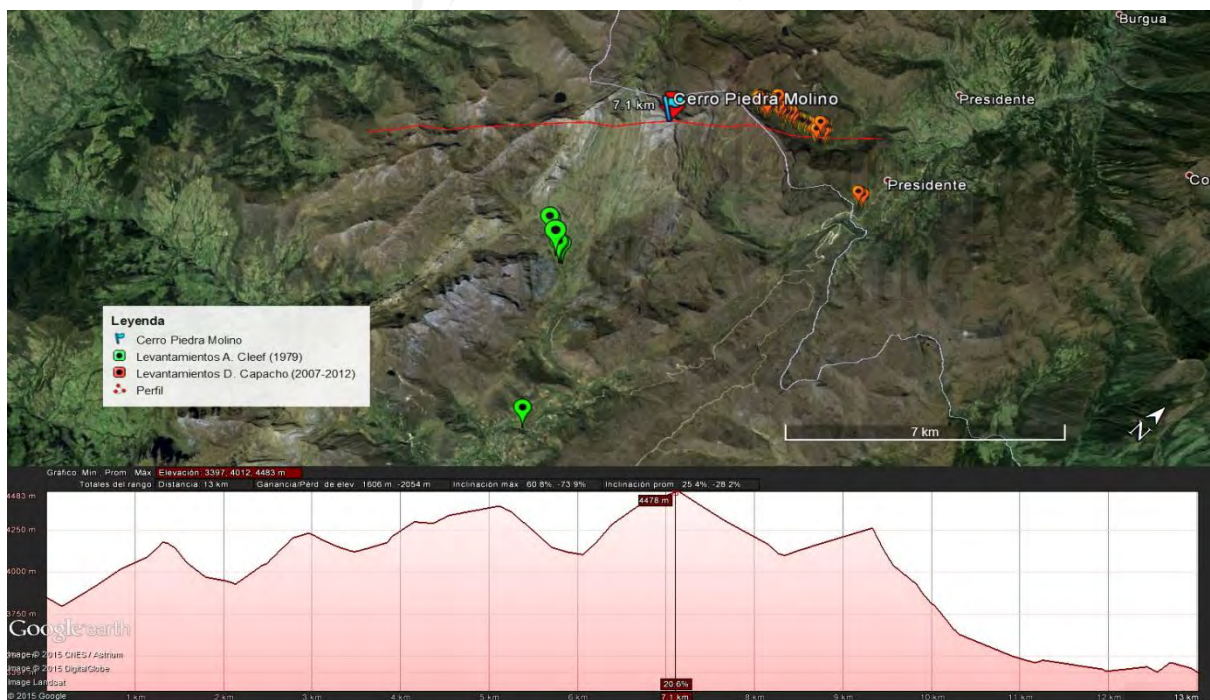


Figura 8. Panorámica del valle de la quebrada Angosturas desde el costado E y distribución de los puntos de muestreo (Cerrito, Santander, Colombia)



3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS

La zona de estudio está ubicada en las cercanías de la Serranía de Santurbán, sector occidental de la cuenca del Orinoco con precipitaciones de 1.439 mm anuales, influenciadas por los vientos divergentes con mayor acción a altitudes superiores a 3.500 m. El páramo de Presidente es el único sector que presenta un régimen monomodal debido a la influencia climática de los llanos orientales que al no tener barreras naturales que impidan el paso de los vientos, dejan que estos se encuentren directamente con la vertiente oriental de la cordillera Oriental.

El desplazamiento de la zona de convergencia intertropical en las latitudes bajas de Suramérica, a lo largo del año, marca un tiempo ciclónico, nublado y lluvioso. Su estacionalidad determina dos regímenes diferenciados de distribución de lluvias: uno bimodal, dominante en el departamento de Norte de Santander, caracterizado por la ocurrencia de dos periodos anuales de mayores lluvias y dos de menores lluvias; y otro, monomodal, en el cual, en cada año, hay una época de mayores lluvias y otra de menores lluvias.

En relación a la temperatura, el piso térmico a partir de los 3000 m se fracciona en dos rangos: uno de 3000-3600 m que corresponde al clima muy frío (páramo bajo), donde la temperatura media anual es inferior a 12°C; y otro de 3600-4200 m que corresponde al clima extremadamente frío (páramo alto), donde la temperatura es menor de 8°C, la cual determina el régimen de temperatura crítica de los suelos.

Como consecuencia del dominio de relieves de montaña, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2004) ha planteado una clasificación de unidades climáticas que van desde cálido a partir de 50 m hasta el extremadamente frío (páramo alto) a más de 3600 m; en esta clasificación el páramo de Presidente se encuentra dentro de la unidad muy frío húmedo. Esta unidad se localiza en las partes altas de la cordillera, en los páramos de Santurbán y Almorzadero, con una biotemperatura media de 6°C-12°C y precipitación media anual de 1000 mm. Esta unidad corresponde a las zonas de vida de bosque húmedo montano (bh-M).

3.3. HIDROGRAFÍA

La red de drenaje del país tiene su origen en el sistema montañoso de las tres cordilleras o en centros aislados, como la Sierra Nevada de Santa Marta y la Serranía de la Macarena. En Norte de Santander los ríos nacen en la Cordillera Oriental dentro de las vertientes del Catatumbo, Magdalena y Orinoco. La mayor parte de los ríos del Departamento, drenan sus aguas a la cuenca del Catatumbo constituida por cinco subcuencas de los ríos Catatumbo, Sardinata, Zulia, Pamplonita y Táchira, corrientes tributarias del Lago de Maracaibo, siendo el más pequeño de los sistemas hídricos del País.

Como se mencionó anteriormente, la cuenca del río Orinoco, a la cual pertenece la zona de estudio, está conformada por el río Margua, que nace en la confluencia de los ríos Chitagá y Valegra en el Municipio de Toledo. En el límite con el departamento de Boyacá forma con el río Cubugón las fuentes del río Arauca. Sus afluentes principales son los ríos Colorado, Culagá, Chitagá, Sararito y Talco. Esta cuenca ocupa el 15.6 % de la superficie del Departamento (IGAC 2004).

3.4 GEOLOGÍA

3.4.1. Origen Geológico del Ecosistema Páramo

Van der Hammen (1997) describe el inicio de la formación de los páramos al final del Plioceno, entre 5 y 3 millones de años antes del presente, cuando se dio el gran levantamiento final de las cordilleras. Además se ha establecido que la extensión actual de la alta montaña colombiana, corresponde con la mayor extensión del hielo durante la última glaciación. Es decir, que las áreas que estuvieron directa e indirectamente influenciadas por los glaciares de montaña, durante el período comprendido entre 70.000 y 100.000 años aproximadamente, corresponden a la distribución de los ecosistemas de páramo actuales (IDEAM y Universidad Nacional de Colombia 1997).

Van der Hammen (1997) reconoce una fase del páramo hipotética antes del gran levantamiento final: el pre-páramo. Durante esta etapa en las cimas podría haberse encontrado vegetación de tipo sabana de montaña definida edáfica y/o climáticamente. Elementos arbustivos del género *Aragoa* spp y *Polylepis* spp., y elementos de origen Sabanero encontrados en la actualidad podrían haber migrado y evolucionado para constituir la vegetación actual de los páramos.

La génesis de formación del páramo continuó con el *proto-páramo*. Esta etapa se dio al finalizar el levantamiento de las cordilleras (al final del Plioceno) cuando estas ya habían alcanzado su altitud actual. Fue aquí cuando pudo haber ocurrido la evolución de las especies adaptadas a las temperaturas más bajas, pues la altura modificaba directamente sus condiciones de vida. Durante el *proto-páramo* el límite superior del bosque se encontraba más bajo, entre 2500-2600 m, y la temperatura anual era superior en el límite inferior del subpáramo. Los páramos todavía eran muy “pobres” en géneros, pero con la presencia de elementos ya típicos del ecosistema actual, los cuales contribuyeron al enriquecimiento del elemento fitogeográfico templado. Como estas condiciones abarcaron una gran extensión y duraron cerca de un millón de años aproximadamente, se vio favorecida la migración de taxones desde el Holártico y el Austral-Antártico y es posible que la mayoría de los géneros hayan llegado durante este período (van der Hammen 1997).

La sucesión de ciclos de glaciales e interglaciales pronunciados, de 100000 años de duración cada uno, condicionó la extensión del páramo: máxima durante los periodos interglaciales y mínima durante los glaciales. Durante estas fases, de mayor y menor extensión se formaron las islas de páramo que se ubican en las partes más altas de las cordilleras. Así mismo, la secuencia de aislamiento y unión de las especies, determinada por los procesos de unión y aislamiento de las áreas de páramo, favorecieron los procesos de especiación que dieron como resultado la mayor o menor diversidad biológica en las tres cordilleras: menor diversidad de especies en la Cordillera Central con respecto a la Oriental. En la Cordillera Occidental los páramos fueron más pequeños y se cree que sólo en el Norte algunos de ellos pudieron haber estado unidos durante las glaciaciones (van der Hammen 1997).

De acuerdo con su evolución, la formación de los páramos y su complejidad biótica actual responden a una compleja secuencia de eventos geológicos, tectónicos y geomorfológicos, cambios climáticos y evolutivos, los cuales dieron origen a fenómenos de especiación autóctona así como de migración entre cordilleras y desde las zonas Holárticas y Austral – Antártica (van der Hammen 1997).

3.4.2. Era Proterozoica

El periodo precámbrico en Norte de Santander está relacionado con el macizo de Santander (Gneiss de Bucaramanga), conformado por rocas cristalinas y con edad promedio de 1130-680 millones de años. Los tipos de rocas predominantes son los granitos, las sinerítas, las migmatítas,

las anfibolitas y los gneiss. Hettner (1996) catalogó estas rocas como arcaicas y dominantes a partir de los 6° de latitud Norte.

3.4.3. Era Paleozoica

El paleozoico inferior se halla relacionado con rocas sedimentarias marinas y metamórficas bastante silíceas, que parecen representar sedimentos depositados bajo condiciones miogeosinclinales, extendidos hasta la actual área de la Serranía del Perijá.

El Paleozoico Superior se caracteriza por el desarrollo de una secuencia de rocas marinas clásticas. Según Irving (1971), en los Santanderes las rocas del carbonífero y pérmico incluyen las formaciones Diamante y Labateca. La primera está integrada esencialmente por areniscas rojas y calizas arcillosas de color gris oscuro, correlaciones con la formación Gachalá (Cundinamarca) y Cucho (Boyacá). En el flanco oriental de la Cordillera Oriental, cerca de la frontera con Venezuela, la formación Labateca, incluye en sus partes altas algunos estratos del pérmico.

3.4.4. Era Mesozoica

Se caracteriza por el desarrollo de las facies continentales y transgresión marina. En el Mesozoico Inferior (Triásico-Jurásico) predominan los estratos rojos continentales, típicos de las formaciones Girón y Jordán, como también las rocas intrusivas graníticas en el macizo de Santander, y las rocas canicas de carácter continental. El Mesozoico Superior (cretáceo) es predominantemente marino (Irving 1971).

3.4.5. Era Cenozoica

Según Hettner (1996), el Terciario en Colombia se encuentra bien definido y las rocas son esencialmente sedimentarias, de origen marino o continental. En el Terciario Inferior (Paleoceno, Eoceno) se presenta en el territorio de Norte de Santander un diastrofismo regional, como reflejo de la orogenia en la Sierra Nevada de Santa Marta y en la Guajira. La suspensión de los procesos de sedimentación en el terciario medio (Oligoceno), sugiere que las tres cordilleras empiezan a plegarse en el Terciario Superior (Mioceno). Los sedimentos adquieren mayor volumen y los estratos del Terciario Inferior, en algunos sinclinales, atestiguan que antes del plegamiento principal de la cordillera Oriental, las dos cuencas probablemente conectaron formando una sola, que se abrió al oriente, hacia Barinas, y posiblemente se extendió al norte hasta la cuenca de Maracaibo, en Venezuela, configurándose también las cuencas longitudinales intermontañas del Tarra, Tibú y Zulia.

Durante el Cuaternario, época del Holoceno, se continúa con el levantamiento epirogénico iniciado a finales del Terciario Superior. De acuerdo con los análisis de polen efectuados por van der Hammen, la flora correspondía a ambientes más húmedos no pudo desarrollarse en alturas superiores a los 450 metros. El Cuaternario en Norte de Santander está conformado por depósitos

aluviales, arcillas, gravas y arenas que se encuentran al oriente, ocupando las partes bajas de las cuencas de los ríos Zulía y Catatumbo.

3.4.6. Litoestratigrafía

Según Ingeominas (1993) y Malagón (2002), la orogenia en el departamento de Norte de Santander está desarrollada sobre una diversidad de materiales de diferente naturaleza mineralógica, cuyas edades abarcan desde el Precámbrico hasta el Cuaternario reciente. Incluye rocas ígneas, metamórficas, sedimentarias y depósitos superficiales. Las rocas ígneas comprenden materiales Paleozoicos de tipo intrusivo y extrusivo. Los primeros son plutones y batolitos ácidos, como por ejemplo el batolito de Ocaña. Los segundos están compuestos por riolitas, generalmente interestratificadas o cortando capas de areniscas del Juratrásico. Las rocas metamórficas están representadas principalmente por migmatitas, gneiss, ortoneis granítico, mármol, esquistos, filitas y pizarras. Las rocas sedimentarias están formadas por materiales consolidados de origen detrítico y químico, incluyen areniscas, arcillositas, lutitas, limonitas, cherts, margas y calizas, cuya edad oscila entre el Juratrásico y el Pleistoceno; algunas de ellas fueron sometidas a plegamientos y deformaciones durante el levantamiento de la cordillera Oriental. Las transgresiones y regresiones marinas formaron cuencas sedimentarias ricas en fosforita y petróleo. En tiempos recientes, la denudación de las rocas preexistentes y su transporte a zonas más bajas, ha dado origen a algunos depósitos superficiales que se caracterizan por sus altos contenidos de gravilla, arena y capas residuales arcillosas.

3.5 GEOMORFOLOGÍA

De acuerdo con Flórez (2000) y Villota (1997), por encima de los 3400-3700 m la morfología está dominada por rasgos clásicos de las zonas de alta montaña afectados por glaciación y fenómenos periglaciales en los que se incluyen rasgos erosionales y sedimentarios. Entre los erosionales destacan aristas, picachos, circos, valles glaciales y fluvioglaciales, cubetas de sobre excavación glacial, escalones rocosos, canales de drenaje, rocas aborregadas en forma de ballena, estrías y surcos; en cuanto a los sedimentarios destacan turberas y rellenos aluviales, taludes de derrubios, morrenas laterales y terminales de till, proveniente de derrubios glaciales. Toda esta heterogeneidad geomorfológica configuran numerosos microambientes sobre los cuales las plantas crean su ecoclima particular y colocan la diversidad beta en un nivel más alto que en cualquiera de las demás zonas de vida de un gradiente montañoso (Rangel 2000).

El área de estudio presenta en su configuración geomorfológica varios aspectos glaciales y periglaciales, destaca principalmente valle fluvioglacial, cubetas de sobre excavamiento glacial, aristas, morrenas, rocas aborregadas y escaleras ciclópeas.

Según Villota (1991), las cubetas de sobre excavamiento se originaron por el desplazamiento del hielo de forma irregular, el cual parcialmente tuvo un movimiento inverso (como una

retroexcavadora) lo que permitió tallar cubetas que posteriormente se convirtieron en lagunas o turberas, como sucede en el área de estudio de la presente investigación. Las aristas son angostas, abruptas, dentadas o aserradas y muy accidentadas, y representan las crestas de los circos glaciales o de las cubetas de sobre excavamiento.

Un rasgo morfológico típico del piso periglacial y de algunas paredes de artesas recientes y antiguas son las rocas aborregadas, Villota (1991) las define como afloramientos rocosos que han sido fracturados, estriados, acanalados y redondeados por el movimiento del hielo.

3.6 SUELOS

Malagón (1982 y 2002) señala que los suelos del páramo se desarrollan sobre sedimentos de origen glacial y fluvioglacial. En general, son jóvenes, de baja estabilidad y con alta frecuencia de paleosuelos. Altitudinalmente hay una marcada diferencia morfobioclimática en subregiones a saber: periglacial, páramo propiamente dicho y páramo bajo. El mismo autor sostiene entre las características más resaltantes que determinan la baja estabilidad de los suelos en su estructura, la acción del hielo acicular, los afloramientos rocosos, crioclastismo, alineamiento y selección de gravas y cascajos, geliflujión, altas pendientes y desestabilización de vertientes.

Malagón y Pulido (2000) señalan que en la zona periglacial, en la franja más alta del superpáramo, predomina entisoles crícos en zonas con influencia o no de ceniza volcánica, que define el grupo el grupo cryorthents. También se encuentran los andisoles incipientes con vidrio volcánico poco alterado, cuyo predominio es vitricryands. En el páramo medio y alto, sin efecto periglacial, predominan los entisoles, inceptisoles y andisoles, con los grupos cryaquents, cryaquepts y cryands, respectivamente. Así mismo, es factible encontrar en esta franja, en zonas húmedas, como cubetas y terrazas a los histosoles, con grado variable de material orgánico. El páramo bajo o subpáramo hay mayor diversidad, sin embargo los más representativos son los entisoles del tipo udorthents y endoaquepts, e inceptisoles del tipo drystrudepts.

3.7 VEGETACIÓN

3.7.1 Clasificación de las regiones de vida en el Páramo colombiano

De acuerdo a los patrones biogeográficos y a las características corológicas y ecológicas de la biota colombiana, Rangel (2000) reconoce las siguientes franjas generales de páramo con especial énfasis en la cordillera Oriental: **la franja alto andina**, entre 3000-3200 m, la cual constituye una zona ecotonal entre la vegetación cerrada de la media montaña (bosque de niebla) y la abierta de la parte alta. La vegetación incluye bosques altos dominados por *Weinmania*

(encenillos), *Hesperomeles* (mortiños), de *Clethra* (tibar) y de *Escallonia* (rodamonte). **El páramo bajo o subpáramo**, se localiza entre los 3200-3600 m, caracterizándose por el predominio de vegetación arbustiva, como matorrales dominados por especies de *Diplostephium*, *Pentacalia* y *Gynoxys* (Asterácea), de *Hypericum*, *Pernettya*, *Vaccinium*, *Bejaria* y *Gaultheria*. En casi todas las localidades de Colombia se presentan zonas de ecotonía o de contacto con la vegetación de la región de la media montaña y se conforman comunidades mixtas. **El páramo medio o propiamente dicho**, sus límites se extienden entre 3600-4000 m. En esta franja la diversificación de comunidades vegetales es máxima, se encuentran casi todos los tipos de vegetación, aunque predominan frailejonales o rosetales (con especies de *Espeletia*, gramíneas de pajonales con especies de *Calamagrostis* y los chuscales de *Chusquea tessellata*. **El superpáramo**, esta franja se sitúa por encima de 4100 m y llega hasta el límite inferior de la línea de nieve. Se caracteriza por la discontinuidad de la vegetación y la apreciable superficie de suelo desnudo. La cobertura y diversidad vegetal disminuyen sensiblemente, hasta llegar a un crecimiento de pocas plantas aisladas y predominio del sustrato rocoso. El tipo fisionómico más común es la vegetación de tipo prado, con especies de *Draba*, de *Senecio* y matorrales bajos de *Loricaria*.

3.7.2 Tipos de Vegetación en los páramos colombianos

Para la clasificación de los tipos de vegetación en el páramo colombiano, Rangel (2000) tomó como criterio básico una mezcla de características fisionómicas y ecológicas que permite considerar las fitocenosis como del tipo cerradas, donde se incluyen los bosques, los matorrales altos o achaparrados y formaciones abiertas con pajonales, frailejonales, rosetales, prados y turberas. Los tipos fisionómicos más frecuentes son: **Bosques Achaparrados**, vegetación con un estrato de árboles de 8-10 m dominado por una o dos especies, como los bosques de *Escallonia* y *Hesperomeles* y los bosques de *Polylepis*. El área de estos bosques es típicamente andina-paramuna, y en algunas localidades se presenta disyunción en las poblaciones por efecto de las glaciaciones. **Matorrales**, vegetación arbustiva, con predominio de elementos leñosos que se establecen desde el páramo bajo hasta el superpáramo. Los matorrales con mayor área de distribución están dominados por especies de *Diplostephium*, *Pentacalia*, *Castilleja* e *Hypericum*. **Pastizales-Pajonales**, vegetación herbácea dominada por gramíneas en macollas que se establecen desde el páramo propiamente dicho hasta el superpáramo. Entre las comunidades con mayor frecuencia, figuran las de *Calamagrostis effusa*, de *C. recta* y de *Agrostis toluensis*. **Frailejonales - Rosetales**, vegetación con un estrato arbustivo emergente conformado por rosetas de *Espeletia*, *Espeletiopsis* y *Libanothamnus*. Este tipo de vegetación se localiza desde el páramo bajo hasta el límite inferior de las nieves perpetuas, con mayor representatividad en el páramo propiamente dicho. **Prados-Turberas-Tremedales o agrupaciones de plantas vasculares en cojín**, vegetación con predominio del estrato rasante o en algunos casos con un estrato herbáceo pobre en cobertura. Ente las categorías se encuentran: colchones compacto de *Distichia muscoides*; cojines de *Oreobolus*; cojines-almohadillas con especies de *Azorella*; y cojines de *Arenaria musciformes* y *A. venezuelensis*. **Chuscales**, vegetación dominada

homogéneamente por el bambú paramuno *Chusquea tessellata*. Los chuscales pueden encontrarse como vegetación azonal en sitios húmedos y pantanosos, como a las orillas de lagunas y zonas húmedas; o como vegetación zonal cubriendo homogéneamente grandes extensiones. **Rosetales con especies de *Puya***, vegetación en las fases finales de la colmatación de lagunetas y lagunas de páramos húmedos. **Rosetales bajos**, vegetación típicamente distribuida en el superpáramo y dominada por comunidades de *Draba*. Estas comunidades comparten características ambientales, tales como sustratos, suelos sueltos y desnudos, pedregosos, escasa cobertura de la vegetación y escasa participación de especies acompañantes.

3.7.3 Características adaptativas de las bioformas del páramo

Entre las diferentes bioformas de los páramos en el mundo y específicamente en el páramo en Presidente destacan las rosetas caulescentes, que pueden ser consideradas como la forma de vida más exitosa en los páramos, ya que poseen una amplia distribución altitudinal, y han desarrollado adaptaciones morfológicas y fisiológicas que la hacen especialmente adecuadas al ambiente extremo de alta montaña tropical (Fariñas 1998). Todas las rosetas caulescentes pertenecen al modelo arquitectónico de Corner, definido por Halle *et al.* (1978) y Cuatrecasas (1968) como árboles monoaxiales con crecimiento indefinido e inflorescencias laterales. El modelo consiste en una estructura monocaule construida por un único meristema aéreo apical el cual es responsable del crecimiento de toda la biomasa vegetativa aérea, donde existen tres tipos principales de actividad meristemática; 1) crecimiento en longitud; 2) producción de primordios foliares y; 3) producción de yemas florales (Monasterio 1979). Tal modelo permite en el momento de la reproducción la aparición de un número grande de ejes aéreos, que origina cambios en aspecto, biomasa y cobertura por el desarrollo de numerosas inflorescencias en el meristema apical (Monasterio 1979, Monasterio y Sarmiento 1991).

Así mismo, presentan una capa de hojas marcescentes que recubren su medula (Monasterio 1980b, Goldstein y Meinzer 1983) y lo aíslan de las bajas temperaturas del “invierno” cotidiano (Fariñas 1998). Las rosetas tienen una forma parabólica que le permite captar una cantidad mayor de energía y mejorar su tasa fotosintética y balance térmico (Goldstein *et al.* 1983). La distribución de las hojas en la roseta protege la yema apical y las hojas más jóvenes de las bajas temperaturas (Rada *et al.* 1985), protección que aumenta con los movimientos nictinásticos (Smith 1974). Las hojas son densamente pubescentes (Baruch 1979), que junto a la forma parabólica contribuye a formar una capa limitante permanente que disminuye la transpiración y la transmisión de CO₂ (Meinzer y Goldstein 1985). Su tallo posee una medula parenquimática que actúa como reservorio de agua en las primeras horas de la mañana (Goldstein *et al.* 1984 y 1985), y la pubescencia de las hojas aumenta con la altitud (Baruch 1979) al igual que el volumen de medula (Rada *et al.* 1987). Las rosetas caulescentes son evasoras a las temperaturas congelantes, pues almacenan en sus tanques meristemáticos agua que no llega a congelarse en la época más desfavorable (Rada *et al.*, 1987). En la parte reproductiva, el follaje de la roseta siempre está presente y forma

un continuo que va desde los primordios foliares, hasta la descomposición de la hojarasca en pie en la base del tronco. A medida que la biomasa de un individuo maduro ocupa mayor espacio en la parte aérea, aumenta su peso proporcionando mayor establecimiento a la roseta (Monasterio 1979, Monasterio y Sarmiento 1991). Rosetas caulescentes como *Espeletia grandiflora* presentan aumento en la conductancia y la transpiración durante la época de sequía por efecto de las considerables reservas de agua almacenadas en la medula del eje caulinar (Mora-Osejo y Sturm 1995).

Vareschi (1970) resalta que una de las adaptaciones más importantes que permiten moderar el efecto periglaciario es ocupar un espacio horizontal con ayuda del crecimiento, ramificación, extensión aérea y sobre todo subterránea de las raíces creando su propio microhábitat, de tal manera se protegen los brotes de la brisa y la desecación al aumentar su biomasa subterránea. Según Hofstede (2003) este tipo de ambientes las plantas poseen una gran capacidad para fijarse y fijar el sustrato moderando la morfogénesis glacial, como es el caso de plantas vasculares en cojín que se localizan en sedimentos finos y fragmentos rocosos representadas por el género *Aciachne*, *Azorella*, *Arenaria*, *Mona* que crecen agrupadas al colonizar un área puntual para expandirse a ras del suelo en la misma área (Monasterio 1979).

Las plantas ceñidas a ras de suelo, como plantas en cojín y rosetas acaules experimentan mayores variaciones sinérgicas de la temperatura sobre todo en época seca, donde la alta carga energética, por un lado, incrementa las temperaturas del suelo en el día y por otro, disminuyen durante la noche por pérdida de calor del suelo (Squeo et al. 1991). Este proceso está fuertemente influenciado por la conducción, lo que corrobora que en estación seca la variación térmica es mayor a nivel del suelo - aire en contra posición de la estación húmeda donde se da lo inverso (Rada y Azócar 2004). Las plantas en cojín y las rosetas acaules presentan mecanismos de resistencia a las temperaturas congelantes, ejemplo de ello es *Arenaria jahonii*, *Azorella julianii* y *Draba chionophila*, plantas que experimentan una sequía por congelación y posee una deshidratación controlada para sobrevivir, que junto a cambios a nivel bioquímico traen una aclimatación al frío. La temperatura de congelamiento en las hojas de estas especies es de -3.2°C , -3.7°C y -5.0°C , y la temperatura de daño -18.8°C , -10.6°C y -14.8°C , respectivamente, y su principal respuesta fisiológica es alta capacitancia y cierre estomático a potenciales hídricos bajos (Squeo et al., 1991 y Azócar et al., 2000).

Las gramíneas perennes en macolla son una de las formas de vida con amplio rango de distribución ecológica en los páramos y en el Páramo de Presidente, existen pequeñas gramíneas que crecen asociadas a fisuras de rocas, ocupando estratos herbáceos, muy erectas y que constituyen grupos o parches sobre suelos estables y suelos móviles (Monasterio 1979). Márquez et al., (2004) destaca que todas las gramíneas en macolla son tolerantes al congelamiento extracelular.

Otra de las formas de vida no menos importante son los arbustos esclerófilos, de amplia distribución en los páramos de Venezuela, Colombia y Ecuador (Luteyn 1999), generalmente, es el

arbusto que integra el rosetal arbustal y el arbustal rosetal, que son las formaciones vegetales más extendidas en el páramo (Fariñas 1975, Fariñas y Monasterio 1980, Monasterio 1980a, Monasterio y Molinillo 2003). Squeo et al. (1991) señalan que *Hypericum laricifolium* y *Hinterhubera lanuginosa* presentan similares temperaturas de daño por congelamiento en hojas (-10°C y -13°C , respectivamente) y de tallos (-11.2°C y -13.8°C , respectivamente), lo que sugiere que los dos arbustos son evasores a las temperaturas de congelamiento en hojas y tallos. Mora-Osejo y Sturm (1995) demostró que en la época seca hay un fuerte descenso del contenido de agua en el suelo del páramo, y en consecuencia una disminución de la conductancia y de la transpiración del arbusto *Pentacalia vaccinioides*, especie carente de considerables reservas de agua. Así mismo, Pirela (2006) menciona que *Hypericum laricifolium* presenta un control estomático severo, que disminuye tanto su conductancia estomática como su transpiración, a causa de una disminución de su potencial hídrico. Pirela (2006), señala que en la época húmeda *Hypericum juniperinum* presenta mayores tasas de asimilación que para la época seca, de tal manera la especie se ve afectada con el paso de una época a otra, alterando sus tasas de asimilación en respuesta a la luz.

En cuanto a las formas de vida acuáticas en los páramos del mundo y en el Páramo de Presidente, se pueden clasificar de acuerdo con la adherencia al sustrato (Luther 1951). Se presentan principalmente plantas acuáticas enraizadas, con los órganos asimiladores sumergidos o flotantes y sus órganos de supervivencia permanecen en el agua; flotantes libremente; plantas adheridas al sustrato dentro del agua o incluidos en el sustrato; y plantas que enraízan en el fondo del lecho del agua.

CAPITULO IV



Panorámica de la laguna El Tambor veredas Presidente y Lircha Norte de Santander Colombia

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 TRABAJO DE CAMPO

Durante octubre de 2005 se realizaron tres salidas de reconocimiento al área que ocupa el sistema de humedales asociados a la quebrada El Salado, efectuando las primeras recolectas florísticas con el propósito de familiarizarse con los taxones que se establecen en el sector. Posteriormente, entre febrero-mayo de 2007, junio-agosto de 2008, y mayo-junio de 2012 se realizaron 157 levantamientos de vegetación de manera aleatoria siguiendo el gradiente altitudinal (3412-3829 m) y los diversos ambientes que integran la hidroserie, tomando como criterios esenciales la fisionomía de la vegetación y la heterogeneidad del paisaje. Los levantamientos se concentraron en el área de influencia de las lagunas El Salado, El Tambor y Comagüeta, la terraza pantanosa desarrollada sobre la escalera ciclópea entre las lagunas El Salado y El Tambor, y los alrededores de la quebrada El Salado en los dos ascensos principales observados: laguna El Salado-terracea pantanosa, y terraza pantanosa-laguna El Tambor (Figuras 2-6).

Las parcelas siguen el consecutivo de D.I. Capacho-Navia (numeración "DC"), efectuadas en colaboración con investigadores adscritos a diferentes instituciones de Iberoamérica: M.A. Alonso-Vargas (CIBO – U. Alicante), H. Alvarado-Álvarez (U. Centroccidental Lisandro Alvarado), J. Mercado-Gómez (HECASA – U. Pamplona), M.A. Murcia-Rodríguez (U. Pamplona), A.E. Ojeda-Rodríguez (HECASA – U. Pamplona), A.F. Oyola-Vergel (ICAE – U. de los Andes), J.H. Pinto-Zárate (ICN – U. Nacional de Colombia), L.R. Sánchez-Montaño (HECASA – U. Pamplona). Una lista detallada de las localidades de estudio y su información asociada puede consultarse en el Anexo 1.

La selección del área inventariada dependió en cada caso del tipo fisionómico desarrollado por cada comunidad, oscilando entre 1-100 m². Se tomaron en cuenta superficies con características ecológicas relativamente homogéneas (Braun-Blanquet y Bolós 1962; Braun-Blanquet 1979; Gehú y Rivas-Martínez 1981; Rivas-Martínez y Tovar 1982, Galán de Mera, 1995), concentrándose en el núcleo de la vegetación para evitar el efecto de borde propio de los límites ecotonaes o zonas de transición (Braun-Blanquet 1979, Gehú y Rivas-Martínez 1981), aunque buscando conservar su representatividad dentro de la complejidad propia de los mosaicos de ensambles típicos del paisaje de humedales paramunos de los Andes. Al interior de las áreas definidas se estimó la abundancia relativa de cada especie representada en el porcentaje de la cobertura proyectada sobre la superficie del suelo, siguiendo las recomendaciones metodológicas de Matteucci y Colma (1982), Rangel y Velásquez (1997), y Salvador (2003). Otros aspectos ambientales complementarios también fueron registrados, incluyendo su distribución al interior del humedal, tipo y profundidad del sustrato, profundidad de los cuerpos de agua, entre otros.

El material vegetal se recolectó y herborizó de manera convencional mediante prensado en papel periódico y alcoholizado con etanol al 70%, siendo procesado posteriormente en las instalaciones del Herbario Regional Catatumbo Sarare (HECASA) de la Universidad de Pamplona mediante secado en horno por recirculación de aire caliente y cuarentena por congelamiento. La identificación taxonómica se desarrolló igualmente en el Herbario HECASA, recurriendo a la comparación con ejemplares de su acervo y la consulta de diversos trabajos sobre macrófitas acuáticas, listados de flora paramuna y tratamientos para grupos botánicos específicos (Churchill y Linares 1995, Cook *et al.* 1974, Howard 1984, Madriñan 2004, Rangel 2000c, Schmidt-Mumm 1988, Sklenar *et al.* 2005, entre otros). Durante el proceso se contó igualmente con el apoyo de diferentes botánicos generalistas y especialistas: L.R. Sánchez-Montaño (HECASA), D. Giraldo-Cañas (ICN), J.C. Benavides-Duque (JAUM-JBMED), R.J. Hickey (MU), J.H. Pinto-Zarate (ICN/HFEBG), entre otros. Para la corroboración de los nombres botánicos y la identificación de sinonimias se consultaron bases de datos botánicas en línea (COL 2015, MBG 2015, RBG y MBG 2015, entre otros).

El conjunto de ejemplares del Proyecto se inventarió en detalle y se sometió a un proceso de selección previo a su remisión a colecciones biológicas, considerando aspectos como su integridad física y fitosanitaria, su representatividad taxonómica y su estado fenológico. Los exsiccados escogidos fueron depositados en diversos herbarios en Colombia, España y Estados Unidos bajo la numeración de D.I. Capacho-Navia: Universidad de Alicante (ABH), Universidad de Pamplona (HECASA), Nacional Colombiano – Universidad Nacional de Colombia (COL), Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Fundación Guaya canal (HFEBG), Universidad de Miami – Ohio (MU). Los ejemplares restantes serán fotografiados previo a su descarte, proceso en el cual se contará con la asistencia técnica del Herbario HFEBG de la Fundación Guaya canal. Una lista detallada de los ejemplares recolectados y su información asociada puede consultarse en el Anexo 2.

4.2 PROCESAMIENTO DE DATOS

Junto con los datos de vegetación levantados para el Proyecto se integró la información de 10 levantamientos inéditos (25 m², numeración “RS”) efectuados en el área de estudio en junio de 2007 por L.R. Sánchez-Montaño en compañía de J. Mercado-Gómez y F. García-Yanes (ICN – U. Nacional de Colombia), dispuestos en sectores de vegetación azonal y su transición con las comunidades zonales propias de las laderas abiertas circundantes (3466-3811 m). Buscando establecer un contraste con la vegetación paramuna de la vertiente Suroeste seca contraria al área de estudio, también se incluyeron en los análisis 13 parcelas efectuadas por A.M. Cleef (U. Amsterdam) en noviembre de 1979 (0.5-6 m², numeración “AC”) en la parte alta del valle de la quebrada Angosturas (departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso, 3425-3900 m), concentradas hacia un valle glaciar anexo de un afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (Figura 8), sector identificado en literatura como la “laguna El Tatal” (Cleef

1981). Esta información se encuentra recopilada en la Base de Datos de Vegetación Paramuna Colombiana (Colombian Páramo Vegetation Database – CPVD, Global Index of Vegetation-Plot Databases ID: SA-CO-001) desarrollada por el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (Rangel y Pinto 2011).

En su conjunto, los datos de las 180 parcelas reunidas (D.I. Capacho-Navia / L.R. Sánchez-Montaña / A.M. Cleef) fueron sometidos a un proceso exhaustivo de estandarización y verificación dividiendo el tratamiento inicial en tres componentes: parcelas, localidad y ejemplares. Cada censo del presente estudio está asociado estrictamente con sus datos y metadatos: fecha de colecta, códigos temporales en campo y definitivos, relación con números de colección, revisión y actualización del componente cartográfico con la corroboración de las coordenadas de cada parcela (GPS – georreferenciación mediante comparación con cartografía básica y modelos de elevación digital), información detallada de colectores primarios y secundarios por cada salida de campo, entre otros. Toda esta información constituye una matriz integrada que concentra toda la información del Proyecto desde las recolectas iniciales exploratorias del año 2005 hasta los datos finales de 2012. La información preliminar de colectas libres conformó la base del documento “Catalogo Florístico del Humedal del Salado”, con el que se obtuvo el diploma de estudios avanzados otorgado por la Universidad de Alicante en 2006.

4.3 ANÁLISIS DE DATOS

Para la evaluación de los patrones florísticos de la vegetación se consideraron las recomendaciones para las aproximaciones fitosociológicas clásicas y automatizadas expuestas por autores como Braun-Blanquet (1979) y Rangel y Velázquez (1997). El proceso de clasificación está basado en análisis sucesivos de agrupamiento (“clustering”) empleando el método automatizado TWINSpan (“Two-Way Indicator Species Analysis”, Análisis de Especies Indicadoras de Dos Vías) incluido en el programa PC-ORD® para Windows ver. 6.0 (McCune y Mefford 1999), buscando llegar a un modelo de clasificación consenso entre los resultados obtenidos y la consistencia ecológica de las unidades finales adoptadas de acuerdo con las observaciones de campo.

La selección de niveles de corte se configuró específicamente para cada análisis de acuerdo con los principales picos de distribución de frecuencias del universo muestral respectivo. Se mantuvo siempre un máximo de cinco especies indicadoras por división, sin embargo otros aspectos como la cantidad de niveles de división y el tamaño mínimo de inventarios por división también se configuraron de acuerdo con la cantidad de parcelas a evaluar. Detalles de los procedimientos estadísticos pueden consultarse en Hill (1979) y Kent (2012).

Se realizó una serie preliminar de dos pruebas de clasificación con el propósito de visualizar los principales patrones de agrupación y las especies fundamentales que definen los conjuntos. Definidas las principales tendencias de agrupamiento, se efectuaron once análisis de clasificación

sobre los subgrupos específicos al interior de la matriz bruta. Una síntesis de los reportes detallados de TWINSpan generados por el programa PC-ORD® pueden consultarse en el Anexo 3.

Buscando evaluar la relación de la vegetación del área de estudio respecto a las unidades sintaxonómicas superiores formuladas a la fecha para los humedales paramunos colombianos, se realizaron 15 análisis generales de clasificación empleando el programa JUICE ver. 7.0.127 (Tichý y Holt 2006), corriendo simultáneamente los levantamientos del Proyecto junto con otras 471 parcelas efectuadas en diferentes sectores de la cordillera Oriental entre los años de 1970 y 1989, empleando la información integrada en la Base de Datos de Vegetación Paramuna Colombiana (Colombian Páramo Vegetation Database – CPVD, Global Index of Vegetation-Plot Databases ID: SA-CO-001) (Rangel y Pinto 2011) proporcionada por el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia para la presente investigación.

Sobre los levantamientos que integran las nuevas alianzas y asociaciones se efectuaron análisis de fidelidad de especies mediante la estimación de coeficientes de Phi empleando el programa JUICE ver. 7.0.127 (Tichý y Holt 2006), calculados a partir de datos de presencia/ausencia para grupos de parcelas estandarizados al mismo tamaño, seleccionando las especies con valores mayores a 20 (en una escala de 0-100) tras la aplicación de pruebas exactas de Fisher con significancia de $P > 0.05$, siguiendo la metodología descrita por Chytrý *et al.* (2002) y Tichý (2002). Los valores de Phi para los taxones característicos citados en las diagnósticos pueden consultarse en las tablas de fidelidad de especies (Anexo 4). La denominación de las nuevas unidades propuestas sigue rigurosamente las recomendaciones del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (CINF) (Weber *et al.* 2000).

CAPITULO V



Panorámica del circo glaciar del valle de la quebrada El Salado

5. RESULTADOS

La descripción detallada de las unidades sintaxonómicas resultantes y otras comunidades vegetales asociadas se presenta a continuación. Imágenes detalladas del aspecto de cada una pueden consultarse en el Anexo 6.

5.1 VEGETACIÓN ACUÁTICA LACUSTRE Y REOFÍTICA

Clase *Potametea pectinati* Klika in Klika & Novák 1941

[“*Potametales*” Klika in Klika & Novák 1941 = *Potametea* Tüxen & Preising 1942 *nom. nud.* (Art. 8); *Potametea* Tüxen & Preising ex Oberdorfer 1957 (Art. 31); *Cabombo-Nymphaeetea* Borhidi & del Risco in Borhidi, Muñiz & del Risco (1979) 1983]

Orden *Nymphaeetalia amplae* Knapp 1964 ex Borhidi, Muñiz & del Risco (1979) 1983

[= *Nymphaeetalia amplae* Knapp 1964]

5.1.1 Alianza *Potamion illinoensis* Borhidi 1996

Vegetación acuática con especies de *Potamogeton*

[= *Potameto-Myriophyllion elatinoidis* Cleef 1981 *nom. inval.* (Art. 3g, 3b); *Myriophyllo elatinoidis-Potamion illinoensis* Rangel & Aguirre 1983; *Myriophyllo quitensis-Potamion illinoensis* Rangel & Aguirre 1983 *corr.* Rangel in Franco, Rangel & Lozano *nom. inval.*]

Potameto illinoensis-Myriophyllion quitensis Cleef 1981 *nom. inval.* (en 2008 ya está remendado: buscar el remiendo original)

Tabla 1. Anexo 6 /Fotografía 1

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Laguna El Tambor, sumergido próximo al margen al costado NW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3804 m; vereda Presidente: Inmerso en el curso de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 517-536 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3507-3512 m; *ibid.*, Inmerso en el curso de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 396 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3490 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado N, 3461 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, sobre margen al costado N, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3803 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, sumergido próximo al margen al costado NE, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3805 m.

5.1.1.1 Asociación *Potamogeton pusilli* ass. nov.

Vegetación acuática sumergida lacustre a reofítica de *Potamogeton pusillus*

Anexo 6 /Fotografía 1

Holotipus: levantamiento DC155, *hoc loco*

Especies características: *Potamogeton pusillus*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Laguna El Tambor, sumergido próximo al margen al costado NW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3804 m; vereda Presidente: Inmerso en el curso de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 396 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3490 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, sumergido próximo al margen al costado NE, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3805 m.

Fisionomía y composición: Vegetación acuática sumergida lacustre a reofítica dominada exclusivamente por *Potamogeton pusillus*.

Ecología y distribución: Se desarrolla tanto al interior del espejo de agua en las lagunas El Salado y El Tambor como inmersa en cursos de agua aledaños, condiciones bajo las cuales se observó acompañada por especies anfibias de *Juncus* (DC035).

5.1.1.2 Asociación *Callitricho nubigenae-Myriophylletum quitense* ass. nov.

Vegetación acuática sumergida de *Myriophyllum quitense* con *Callitriche nubigena*

Tabla 1, Anexo 6 /Fotografía 1

Holotipus: levantamiento DC028, *hoc loco*

Especies características: *Myriophyllum quitense*, *Callitriche nubigena*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Inmerso en el curso de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 517-536 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3507-3512 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado N, 3461 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, sobre margen al costado N, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3803 m.

Fisionomía y composición: Vegetación acuática sumergida lacustre a reofítica de *Myriophyllum quitense* como dominante exclusiva en cursos de agua o acompañada hacia las orillas de las lagunas El Salado y El Tambor por elementos herbáceos sumergidos a flotantes como *Callitriche nubigena*, *Cotula mexicana*, *Ranunculus limoselloides*, *Eleocharis acicularis* e *Isoetes novo-granadensis*.

Ecología y distribución: En la temporada lluviosa el espejo de agua se desborda y llega a cubrir sectores colonizados estacionalmente por elementos herbáceos terrestres como *Poa annua*, observada inmersa entre vegetación de la asociación cubriendo áreas significativas (cob. 40%, lev. DC017). En cursos de agua puede observarse acompañada por algas verdes filamentosas.

Sintaxonomía: La vegetación de la asociación en general es menos rica en especies que otras unidades de la cordillera Oriental con *M. quitense* como el *Hydrocotylo ranunculoidis-Myriophylletum elatinoidis* Cleef 1981, el *Eleocharitetum macrostachyae myriophylletosum*

elatinoideis Cleef 1981, y el *Myriophyllo elatinoideis-Potametum illinoensis* Rangel & Aguirre 1983, careciendo de especies determinantes de estos sintaxones como *Eleocharis macrostachya*, *Elodea canadensis* y *Potamogeton illinoensis*.

Clase *Littorelletea uniflorae* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946

[=*Isoeto-Littorelletea* Br.-Bl. & Vlieger in Vlieger 1937 *nom. rejic.* (Art. 35)]

Orden *Littorelletalia uniflorae* Koch 1926

5.1.2 Alianza *Ditricho submersi-Isoetion* Cleef 1981 *nom. inval.* (Art. 3g)

Comunidades anfíbias de Isoetidas

Tabla 1. Anexo 6 /Fotografía 2

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: En la sección media del ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor, al NNE de la laguna, bajo caídas de agua sobre grandes rocas, 3717 m; *ibid.*, Inmerso en el curso de afluente menor de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 675 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3556 m; *ibid.*, Inmerso en el curso de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 570 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3522 m; *ibid.*, Inmerso en el curso de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 335 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3483 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el fondo de la terraza al extremo W, inmerso en el curso de una corriente menor de la quebrada El Salado, 3582 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, inmerso en el curso de afluente menor de la quebrada El Salado que desciende desde la ladera N, 3586 m. **Otras localidades:** páramos de La Rusia, Laguna Verde, Tota, Parques Nacionales Naturales Chingaza, Sumapaz, Sierra Nevada del Cocuy, diversas localidades de la cordillera Oriental colombiana (Boyacá, Cundinamarca, Arauca) (Cleef 1981).

5.1.2.1 Asociación *Isoetetum karstenii* Cleef 1981

Subasociación *Isoetetum karstenii typicum* Cleef 1981

Vegetación reofítica sumergida de *Isoetes karstenii*

Tabla 1. Anexo 6 /Fotografía 2

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: En la sección media del ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor, al NNE de la laguna, bajo caídas de agua sobre grandes rocas, 3717 m; *ibid.*, Inmerso en el curso de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 570 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3522 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El

Tambor, inmerso en el curso de afluente menor de la quebrada El Salado que desciende desde la ladera N, 3586 m. *Otras localidades*: Parques Nacionales Naturales Sumapaz y Sierra Nevada del Cocuy (Arauca, Meta, 4090-4425 m) (Cleef 1981).

Fisionomía y composición: Vegetación reofítica sumergida de *Isoetes karstenii* acompañada localmente por *Ranunculus flagelliformis*, o por *Muhlenbergia ligularis* en charcas asociadas a caídas de agua.

Ecología y distribución: Presente en el curso de la quebrada El Salado, en corrientes menores asociadas, o en pequeños pozos y charcas formados en sectores próximos a caídas de agua propios de la periferia de la terraza pantanosa.

Sintaxonomía: Coincide esencialmente con la subasociación dominada por *Isoetes karstenii* descrita anteriormente por Cleef (1981) para los páramos de Sumapaz y la Sierra Nevada del Cocuy.

5.1.2.2 Asociación *Isoetetum palmeri* Cleef 1981

Vegetación reofítica sumergida de *Isoetes palmeri*

Tabla 1. Anexo 6 /Fotografía 2

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Inmerso en el curso de afluente menor de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 675 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3556 m; *ibid.*, Inmerso en el curso de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 335 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3483 m. *Otras localidades*: Parques Nacionales Naturales Chingaza y Sumapaz, páramos de Laguna Seca, Laguna Verde y Tota (Boyacá, Cundinamarca, Meta, 3350-3800 m) (Cleef 1981).

Fisionomía y composición: Vegetación reofítica sumergida de *Isoetes palmeri* acompañada localmente por *Ranunculus flagelliformis*.

Ecología y distribución: Vegetación inmersa en el curso de afluentes menores de la quebrada El Salado en el área de desborde de la laguna El Salado y el ascenso a la terraza pantanosa, en sectores bajo sombra de grandes rocas. En las márgenes próximas se observaron comunidades dominadas por *Marchantia chenopoda*.

Sintaxonomía: La vegetación se ajusta en términos generales a la asociación dominada por *Isoetes palmeri* descrita por Cleef (1981) para diversos páramos de la cordillera Oriental colombiana, aunque carece de elementos típicos de esta como *Ditrichum submersum* y *Elatine fassetiana*.

5.1.2.3 Asociación *Juncus cyperoidis*-*Isoetetum novo-granadensis* ass. nov.

Vegetación acuática sumergida de *Isoetes novo-granadensis* con *Ranunculus flagelliformis* y *Juncus cyperoides*

Tabla 1, Anexo 6 /Fotografía 2

Holotipus: levantamiento DC137, *hoc loco*

Especies características: *Isoetes novo-granadensis*, *Juncus cyperoides*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el fondo de la terraza al extremo W, inmerso en el curso de una corriente menor de la quebrada El Salado, 3582 m.

Fisionomía y composición: Vegetación reofítica sumergida de *Isoetes novo-granadensis* acompañada por *Ranunculus flagelliformis*, *Juncus cyperoides* y algas verdes filamentosas.

Ecología y distribución: Comunidades inmersas en corrientes menores de entre 10-30 cm de profundidad asociadas a la quebrada El Salado, propias del fondo de la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, dispuestas en sectores caracterizados por la presencia de mosaicos de chuscales. En los sustratos es notoria la acumulación de hojarasca de *Chusquea tessellata*.

5.1.3 Otras comunidades reofíticas

5.1.3.1 Comunidad de *Equisetum bogotense* Cleef 1981

Vegetación reofítica de *Equisetum bogotense* con *Ranunculus limoselloides*

Tabla 1. Anexo 6 Fotografía 3

Levantamientos: DC047, DC053

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Márgenes de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 506-539 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3507-3512 m. *Otras localidades:* Parques Nacionales Naturales Chingaza y Sumapaz (3730-3890 m) (Cleef 1981).

Fisionomía y composición: Vegetación dominada por *Equisetum bogotense* acompañada por *Ranunculus limoselloides*.

Ecología y distribución: Presente en los márgenes de la quebrada El Salado en el ascenso hacia la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, típica de bases de rocas y sustratos pedregoso-arenosos sujetos al ascenso y descenso del nivel del agua, con *Ranunculus limoselloides* inmersa en la corriente inmediatamente aledaña.

Observaciones: Coincide en general con la comunidad dominada por *E. bogotense* descrita por Cleef (1981) para los páramos de Chingaza y Sumapaz.

5.1.3.2 Comunidad de *Juncus cyperoides*

Vegetación reofítica sumergida de *Juncus cyperoides*

Tabla 1, Anexo 6 / Fotografía 3

Levantamiento: DC051

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Inmerso en el curso de la quebrada El Salado, en el ascenso a la

terrazza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 536 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3512 m.

Fisionomía y composición: Comunidad reofítica sumergida dominada por *Juncus cyperoides*.

Ecología y distribución: Vegetación sumergida en el curso de la quebrada El Salado, propia del ascenso hacia la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor.

5.1.3.3 Comunidad de *Elatine* sp.

Vegetación reofítica sumergida de *Elatine* sp.

Tabla 1. Anexo 6/ Fotografía 2

Levantamiento: DC046

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Inmerso en el curso de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 492 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3505 m.

Fisionomía y composición: Vegetación reofítica sumergida dominada exclusivamente por *Elatine* sp.

Ecología y distribución: Se encontró dispuesta sobre el curso de la quebrada El Salado en el ascenso hacia la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor.

5.2 VEGETACIÓN DE RIBERAS ROCOSAS

Clase – Orden – Alianza *Incertae sedis*

5.2.1 Comunidad de *Azorella crenata*

Almohadillas rupícolas de *Azorella crenata*

Tabla 1, Anexo 6/ Fotografía 4

Levantamiento: DC152

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Tambor, costado ESE, a ca. 50 m del margen, próximo al pie de ladera, 3828 m.

Fisionomía y composición: Conforman tapetes y almohadillas planas y sueltas con predominio exclusivo de rosetas rasantes de *Azorella crenata*.

Ecología y distribución: Comunidades propias de los depósitos rocosos morrénicos dispuestos en los márgenes de la laguna El Tambor próximos al pie de la ladera, aprovechando las acumulaciones delgadas de materia orgánica formadas sobre las superficies rocosas húmedas. En las inmediaciones se destaca la presencia de elementos arbustivos de *Gynoxys baccharoides* y *Pentacalia vernicosa*.

Observaciones: La vegetación observada difiere sensiblemente de la asociación de almohadillas vasculares del *Azorelletum crenatae* Cleef & Rangel 1984 y de la comunidad de pajonales

húmedos de *Calamagrostis effusa* con *A. cf. crenata* ("*A. julianii*") y *Oritrophium cf. peruvianum* Cleef & Rangel 1984, propias de sectores pantanosos, depresiones y laderas húmedas del subpáramo y la transición con el bosque altoandino y el páramo medio en el flanco noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta y el norte de la Serranía de Perijá (Cleef y Rangel 1984, Pinto y Rangel 2010), ricas en especies.

5.2.2 Comunidad de *Paepalanthus pilosus*

Rosetales rasantes rupícolas de *Paepalanthus pilosus*

Tabla 1. Anexo 6/ Fotografía 4

Levantamiento: DC153

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Tambor, costado SSE, a ca. 22 m del margen, próximo al pie de ladera, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3818 m.

Fisionomía y composición: Vegetación dominada por rosetas rasantes de *Paepalanthus pilosus*.

Ecología y distribución: Conforman comunidades en sectores abiertos asociados a los roquedales morrénicos propios de la periferia de la laguna El Tambor. En los alrededores se observó a *P. pilosus* como un elemento característico del estrato rasante de chuscales dispuestos en sectores con pendientes moderadas hacia el borde de la laguna.

Tabla 1. Composición florística de la vegetación acuática y de riberas rocosas de los humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia)

Clase Orden Alianza Asociación / Comunidad Subasociación Elevación (m) Sector Área (m ²) No. Especies Levantamiento (typus)	<i>Potametea pectinati</i>						<i>Littorelletea uniflorae</i>						<i>Incertae sedis</i>								
	<i>Nymphaeetalia amplae</i>						<i>Littorelletalia uniflorae</i>														
	<i>Potamion illinoensis</i>						<i>Ditricho submersi-Isoetion</i>														
	<i>Potametum pusilli</i>			<i>Callitricho-Myriophylletum</i>			<i>Isoetum karstenii</i>			<i>Isoetum p.</i>			<i>J-Isoetum</i>			<i>E. bogotense</i>		<i>J.c.</i>	<i>E. sp.</i>	<i>A.c.</i>	<i>P.p.</i>
	3805	3804	3490	3512	3507	3803	3461	3522	3586	3717	3556	3483	3582	3582	3512	3507	3512	3505	3828	3818	
	T	T	S	ATr	ATr	T	S	ATr	Tr	AT	ATr	S	Tr	Tr	ATr	ATr	ATr	ATr	T	T	
Área (m ²)	1	1	2	5	5	1	1	1	2	8	6	3	1	1	5	3	1	1	1	1	
No. Especies	1	1	2	1	1	3	5	1	2	3	3	1	3	2	2	1	3	1	1	1	
Levantamiento (typus)	DC154	DC155	DC035	DC052	DC048	DC028	DC017	DC056	DC066	DC072	DC128	DC031	DC137	DC138	DC053	DC047	DC051	DC046	DC152	DC153	
Especies características y acompañantes de la asociación <i>Potametum pusilli</i>																					
<i>Potamogeton pusillus</i>	85	85	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Juncus</i> sp.	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Especies características y acompañantes de la asociación <i>Callitricho nubigenae-Myriophylletum quitense</i>																					
<i>Myriophyllum quitense</i>	-	-	-	80	80	70	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Callitriche nubigena</i>	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Poa annua</i>	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cotula mexicana</i>	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ranunculus flagelliformis</i>	-	-	-	-	-	-	10	-	40	-	20	-	30	-	-	-	-	-	-	-	
Especies características y acompañantes de la subasociación <i>Isoetum karstenii typicum</i>																					
<i>Isoetes karstenii</i>	-	-	-	-	-	-	-	40	70	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Carex jamesonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Especies características de la asociación <i>Isoetum palmeri</i>																					
<i>Isoetes palmeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	60	-	-	-	-	-	-	-	-	
Especies características y acompañantes de la asociación <i>Juncus cyperoides-Isoetum novo-granadensis</i>																					
<i>Isoetes novo-granadensis</i>	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	60	80	-	-	-	-	-	-	
<i>Chlorophyceae</i> indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-	
Especies asociadas a la comunidad de <i>Equisetum bogotense</i>																					
<i>Equisetum bogotense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	95	90	-	-	-	-	
<i>Ranunculus limoselloides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	1	-	-	-	
Especies asociadas a la comunidad de <i>Juncus cyperoides</i>																					
<i>Juncus cyperoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	90	-	-	-	
<i>Cyperaceae</i> indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
Especies asociadas a la comunidad de <i>Elatine</i> sp.																					
<i>Elatine</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	-	-	
Especies asociadas a la comunidad de <i>Azorella crenata</i>																					
<i>Azorella crenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-	
Especies asociadas a la comunidad de <i>Paepalanthus pilosus</i>																					
<i>Paepalanthus pilosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	

* Sectores: S - Laguna El Salado / ATr - Ascenso a terraza pantanosa / Tr - Terraza pantanosa / AT - Ascenso a laguna El Tambor / T - Laguna El Tambor

5.3 VEGETACIÓN ANFIBIA Y DE RIBERA

Clase *Limoselletea* Cleef 1981 nom. nud. (Art. 2b, 3b, 3g)

[= *Nanojuncetea australis* Oberdorfer 1960 nom. inval. (Art. 2b, 2c); *Limoselletea australis* Cleef, Rangel & Arellano 2008 nom. nud. (Art. 6§1)]

Orden *Tillaeetalia* Cleef 1981 nom. nud. (Art. 2b, 3b, 3g)

[= *Crassuletalia venezuelensis* Rangel & Ariza 2000 nom. inval.; *Crassuletalia* Cleef, Rangel & Arellano 2008 nom. nud. (Art. 6§1)]

5.3.1 Alianza *Tillaeion paludosae* Cleef 1981 nom. inval. (Art. 2b, 3b, 3g)

Vegetación anfibia de especies de Crassulaceae

Tabla 2 y Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 5

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado W, a ca. 9 m del margen, 3803 m; ibid., Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado W, 3802 m. Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Tatal), en charca pequeña superficial, 3800 m.

5.3.1.1 Asociación *Crassulo venezuelensis-Ranunculetum limoselloides* ass. nov.

Prados inundables de *Ranunculus limoselloides* y *Crassula venezuelensis*

Tabla 2, Anexo 6/ Fotografía 5

Holotipus: levantamiento DC093, *hoc loco*

Especies características: *Crassula venezuelensis*, *Setaria* sp. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Calamagrostis effusa*, *Ranunculus limoselloides*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado W, a ca. 9 m del margen, 3803 m; ibid., Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado W, 3802 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Crassula venezuelensis* y *Ranunculus limoselloides* acompañadas por macollas y pastos rasantes de *Calamagrostis effusa*, *Muhlenbergia fastigiata* y especies de *Setaria*.

Ecología y distribución: Presente en los márgenes de la laguna El Tambor y planicies de desborde circundantes.

Sintaxonomía: Se relaciona estrechamente con las unidades de vegetación dominadas por especies de *Crassula* reunidas por Cleef (1981) en la alianza *Tillaeion paludosae* nom. inval.

5.3.1.2 Comunidad de *Limosella australis* Cleef 1981

Prados de *Limosella australis*

Tabla 3

Levantamientos: AC560a, AC560b

Localidades geográficas: Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Tatal), en charca pequeña superficial, 3800 m. *Otras localidades:* páramo de Guantiva, Parques Nacionales Naturales Sumapaz y Sierra Nevada del Cocuy (Cleef 1981).

Fisionomía y composición: Prados de *Limosella australis* acompañada por *Crassula venezuelensis*, *Ranunculus limoselloides* y *Callitriche nubigena*.

Ecología y distribución: Conforman pequeños parches de vegetación rasante en charcas y estanques someros (3-5 cm) sobre sustratos arcillosos (Cleef 1981).

5.3.2 Alianza *Ranunculo limoselloidis-Cotulion mexicanae* all. nov.

Prados inundables con matrices de *Cotula mexicana*, *Ranunculus limoselloides* y *Lachemilla mandoniana*

Tabla 2 y Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 6 a Fotografía 22

Holotipus: *Lachemilla mandoniana*-*Caricetum chordalidis*, *hoc loco*

Especies características: *Breutelia chrysea*, *Carex chordalis*, *Paspalum bonplandianum*, *Arcytophyllum muticum*, *Carex jamesonii*, *Muhlenbergia ligularis*, *Ranunculus limoselloides*, *Carex bonplandii*, *Lachemilla orbiculata*, *Cotula mexicana*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado SW, a ca. 15 m del margen, 3813 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Tambor, costado SW, a ca. 50 m del margen, sobre margen de drenaje menor en terraza pantanosa, 3813 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Tambor, costado WSW, a ca. 20 m del margen, 3809 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado NNW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3804-3805 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado NW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3804 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado WNW, 3804 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado WNW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3804 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado WSW, 3805-3807 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, sobre margen al costado NW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3803 m; vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Salado, costado SW, a ca. 22 m del margen, 3461 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Tambor, costado ESE, a ca. 16-65 m del margen, 3817-3823 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Tambor, costado ESE, a ca. 50 m del margen, próximo al pie de ladera, 3829 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 576-706 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3523-3568 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 148-304 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3457-3482 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 345

m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, a ca. 5 m del margen del curso de agua, 3485 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, próximo a zanja de drenaje en planicie a ca. 369-393 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3485-3489 m; *ibid.*, En la sección media del ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor, al NNE de la laguna, 3712 m; *ibid.*, En la sección media del ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor, al NNE de la laguna, bajo caídas de agua, 3744 m; *ibid.*, Laguna Comagüeta, sobre margen al costado E, 3414 m; *ibid.*, Laguna Comagüeta, sobre margen al costado ENE, 3412 m; *ibid.*, Laguna Comagüeta, sobre margen al costado NE, 3415 m; *ibid.*, Laguna Comagüeta, sobre margen al costado WSW, sobre planicie turbosa en área de desborde, 3432-3433 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado E, 3463-3469 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado ESE, 3456-3469 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado N, 3470 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado WNW, 3461 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, sobre margen al costado ESE, 3817 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, sobre margen al costado SE, 3820 m; *ibid.*, Márgenes de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 182 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3460 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, alrededores del curso principal de la quebrada El Salado, 3587 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, alrededores del curso principal de la quebrada El Salado, en sector de derrubios próximo al pie de ladera al extremo N, 3585 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el costado S, 3596 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el fondo de la terraza al extremo SW, 3598 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el fondo de la terraza al extremo W, 3586 m. Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Tatal), 3815-3825 m.

Fisionomía y composición: Mosaicos de prados inundables dominados por especies de Cyperaceae (*Carex chordalis*, *C. jamesonii*, *C. bonplandii*) y Poaceae (*Muhlenbergia ligularis*, *Paspalum bonplandianum*) con matrices de *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides* acompañados por *Lachemilla mandoniana* y briofitas como *Breutelia chrysea*.

Ecología y distribución: Comunidades propias de márgenes de lagunas, áreas de desborde, alrededores de cursos de agua y turberas, en sectores estacionalmente influenciados por variaciones en los niveles de los cuerpos de agua.

Sintaxonomía: Se vincula provisionalmente con la vegetación del orden *Tillaeetalia* Cleef 1981 *nom. nud.* a partir de la presencia de *Ranunculus limoselloides* como parte integral de sus matrices rasantes, no obstante, carece de elementos críticos como *Crassula venezuelensis*, reemplazada en importancia y función por *Cotula mexicana*.

5.3.2.1 Asociación *Lachemilla mandoniana*-*Caricetum chordalidis* ass. nov.

Prados inundables de *Carex chordalis* con *Lachemilla mandoniana*

Tabla 2 Anexo 6/ Fotografía 6

Holotipus: levantamiento DC086, *hoc loco*

Especies características: *Carex chordalis*, *Straminergon stramineum*. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Lachemilla mandoniana*, *Ranunculus limoselloides*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado NNW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3804-3805 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado NW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3804 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado WNW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3804 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado WSW, 3807 m; vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Tambor, costado ESE, a ca. 50 m del margen, próximo al pie de ladera, 3829 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado WNW, 3461 m.

Fisionomía y composición: Prados de macollas de *Carex chordalis* con matrices de *Lachemilla mandoniana*, *Ranunculus limoselloides* y *Cotula mexicana* acompañadas por elementos rasantes como *Plantago rigida*, *Werneria pygmaea*, especies de *Lysipomia* (*L. sphagnophila*, *L. laciniata*) y musgos de *Straminergon stramineum*.

Ecología y distribución: Conforman las matrices de prados intermedias entre los chusques y macollas aisladas de porte herbáceo significativo que se encuentran dispersas en las planicies de inundación circundantes a la laguna El Tambor, así como en zonas muy húmedas con pendientes moderadas que drenan hasta la laguna. En los alrededores se observaron tapetes de *Werneria pygmaea* y sectores terrizados con *Senecio* cf. *niveoaurus* sobre sustratos de profundidad intermedia (20 cm), además de evidencias de alteración por ramoneo derivado de actividades de pastoreo caprino.

5.3.2.2 Asociación *Cotula mexicanae-Eleocharitetum acicularis* ass. nov.

Prados inundables de *Eleocharis acicularis* con *Cotula mexicana*

Tabla 2 Anexo 6/ Fotografía 7

Holotipus: levantamiento DC011, *hoc loco*

Especies características: *Juncus ramboi*. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Eleocharis acicularis*, *Cotula mexicana*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Laguna Comagüeta, sobre margen al costado ENE, 3412 m; *ibid.*, Laguna Comagüeta, sobre margen al costado WSW, sobre planicie turbosa en área de desborde, 3432-3433 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado E, 3469 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado ESE, 3459 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado N, 3470 m.

Fisionomía y composición: Prados inundables de *Eleocharis acicularis* acompañada por matrices de *Cotula mexicana*, especies de *Ranunculus* (*R. limoselloides*, *R. flagelliformis*) y diversas briofitas como *Calliergonella cuspidata*, *Sphagnum angustifolium*, *Callitriche nubigena* y *Drepanocladus aduncus*, además de algunas herbáceas de porte bajo como *Juncus ramboi* y especies de *Carex*.

Ecología y distribución: La vegetación es propia de las márgenes de las lagunas Comagüeta y El Salado, muy influenciada por las dinámicas de desborde. Especialmente en Comagüeta la intervención por pastoreo caprino es relevante, facilitado por la facilidad de acceso a las zonas turbosas en temporadas secas.

5.3.2.3 Asociación *Breutelia chryseae*-*Muhlenbergietum ligularis* ass. nov.

Prados inundables de *Muhlenbergia ligularis* con *Breutelia chrysea*

Tabla 2 Anexo 6/ Fotografía 8

Holotipus: levantamiento DC059, *hoc loco*

Especies características: *Muhlenbergia ligularis*, *Ranunculus* sp. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Breutelia chrysea*, *Cotula mexicana*, *Lachemilla mandoniana*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado WSW, a ca. 20 m del margen, 3809 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado WNW, 3804 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado WSW, 3805 m; vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Tambor, costado ESE, a ca. 16-65 m del margen, 3817-3821 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 597 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3530 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 148 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3457 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, próximo a zanja de drenaje en planicie a ca. 388 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3488 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, alrededores del curso principal de la quebrada El Salado, 3587 m.

Fisionomía y composición: Prados con macollas rasantes de *Muhlenbergia ligularis* con matrices de musgos de *Breutelia chrysea* acompañadas por otras herbáceas rasantes como *Cotula mexicana*, *Werneria pygmaea*, *Rhynchospora aristata*, especies de *Lachemilla* (*L. mandoniana*, *L. orbiculata*), *Ranunculus* (*R. limoselloides*, *R. flagelliformis*) y *Carex* (*C. jamesonii*, *C. bonplandii*), y otras briofitas como *Campylopus arctocarpus*.

Ecología y distribución: La vegetación ocupa márgenes de lagunas, planicies de desborde, terrazas pantanosas y alrededores de cursos de agua a lo largo del valle de la quebrada El Salado, dispuesta sobre sustratos turbosos inundables y sectores permanentemente encharcados.

5.3.2.4 Asociación *Cotula mexicanae*-*Caricetum jamesonii* ass. nov.

Prados inundables de *Carex jamesonii* con *Cotula mexicana*

Tabla 2 Anexo 6/ Fotografía 9

Holotipus: levantamiento RS106, *hoc loco*

Especies características: *Carex jamesonii*. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Cotula mexicana*, *Lachemilla orbiculata*, *Calliergonella cuspidata*, *Ranunculus limoselloides*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Tambor, costado ESE, a ca. 38 m del margen, 3823 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 650-684 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3548-3558 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, alrededores del curso principal de la quebrada El Salado, en sector de derrubios próximo al pie de ladera al extremo N, 3585 m.

Fisionomía y composición: Prados inundables de *Carex jamesonii* con *Cotula mexicana* acompañadas por *Ranunculus limoselloides*, *Lachemilla orbiculata*, *Lysipomia sphagnophila*, *Equisetum bogotense*, *Xyris subulata* y briofitas de *Calliergonella cuspidata*, *Breutelia trianae*, *Campylopus arctocarpus* y *Dumortiera hirsuta*.

Ecología y distribución: Presente en alrededores de lagunas, corrientes de agua principales y pequeños afluentes a lo largo del valle de la quebrada El Salado. Integra las matrices rasantes típicas de áreas de desborde y márgenes rocosas de laderas, en sectores donde se observan parches de colonización con núcleos de macollas de gramíneas y ciperáceas de porte herbáceo relevante.

5.3.2.5 Asociación *Breutelio integrifoliae*-*Caricetum pichinchensis* ass. nov.

Prados inundables de *Carex pichinchensis* con *Breutelia integrifolia* y *Plantago australis*

Tabla 2 Anexo 6/ Fotografía 10

Holotipus: levantamiento DC041, *hoc loco*

Especies características: *Gnaphalium coarctatum*, *Bartsia* sp., *Anthoxanthum odoratum*, *Paepalanthus* sp., *Stenorrhynchos* sp. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Breutelia integrifolia*, *Carex pichinchensis*, *Plantago australis*, *Paspalum bonplandianum*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado SW, a ca. 15 m del margen, 3813 m; vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 579-597 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3524-3530 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, próximo a zanja de drenaje en planicie a ca. 369 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3485 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Carex pichinchensis* con *Breutelia integrifolia* y *Plantago australis* acompañadas por *Paspalum bonplandianum*, *Cotula mexicana*, *Calamagrostis recta*, *Eryngium humile*, *Paepalanthus karstenii*, especies de *Lachemilla* (*L. mandoniana*, *L. orbiculata*), y briofitas de *Calliergonella cuspidata* y *Breutelia chrysea*.

Ecología y distribución: Se encuentran dispuestos en alrededores de lagunas y de cursos de agua a lo largo del valle de la quebrada El Salado, en planicies de desborde y sectores turbosos permanentemente encharcados. *Carex pichinchensis* se observó también como único dominante a las orillas de la laguna El Tambor.

5.3.2.6 Asociación Paspalo bonplandiani-Caricetum bonplandii ass. nov.

Prados inundables de *Carex bonplandii* y *Paspalum bonplandianum* con *Calliergonella cuspidata*

Tabla 2 Anexo 6/ Fotografía 11

Holotipus: levantamiento DC139, *hoc loco*

Especies características: *Carex bonplandii*, *Sphagnum sancto-josephense*, *Rhacocarpus purpurascens*, *Arcytophyllum muticum*, *Oritrophium peruvianum*, *Hypericum juniperinum*, *Equisetum bogotense*. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Paspalum bonplandianum*, *Breutelia chrysea*, *Calliergonella cuspidata*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado SW, a ca. 50 m del margen, sobre margen de drenaje menor en terraza pantanosa, 3813 m; vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 597 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3530 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 304 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3482 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 345 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, a ca. 5 m del margen del curso de agua, 3485 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el costado S, 3596 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el fondo de la terraza al extremo W, 3586 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Carex bonplandii* y *Paspalum bonplandianum* con *Calliergonella cuspidata* acompañadas por hierbas rasantes de *Arcytophyllum muticum*, *Cotula mexicana*, *Rhacocarpus purpurascens*, *Muhlenbergia ligularis*, *Lachemilla orbiculata*, *Oritrophium peruvianum*, briofitas de *Breutelia chrysea*, especies de *Sphagnum* (*S. sancto-josephense*, *S. angustifolium*), y arbustillos de *Hypericum juniperinum*. Se destacan localmente especies como *Geranium foreroi*, *Lysipomia sphagnophila* y *Agrostis breviculmis*.

Ecología y distribución: Conforman prados mixtos a lo largo del valle de la quebrada El Salado en alrededores de lagunas, márgenes de cursos de agua principales y corrientes menores, pequeñas planicies turbosas permanentemente inundadas, y sectores pantanosos de fondos de terrazas glaciares al interior de mosaicos de *Chusquea tessellata*. Se observó también en sectores mejor drenados en los cuales se torna más susceptible a alteración antrópica por pastoreo, donde se hace evidente la acumulación de excretas.

Otras comunidades de Angiospermas con *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides*

5.3.2.7 Comunidad de *Ranunculus limoselloides*, *Myriophyllum quitense* y *Eleocharis acicularis*

Vegetación anfibia de *Ranunculus limoselloides*, *Myriophyllum quitense* y *Eleocharis acicularis*

Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 12

Levantamientos: DC001, DC012

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Laguna El Salado, sobre margen al costado E, 3463 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado ESE, 3456 m.

Fisionomía y composición: Prados permanentemente inundados de *Ranunculus limoselloides*, *Myriophyllum quitense* y *Eleocharis acicularis* acompañados por *Carex bonplandii*.

Ecología y distribución: Se observó en los márgenes de la laguna El Salado, en sectores permanentemente encharcados sobre sustratos fangosos próximos a la entrada de afluentes que alimentan el cuerpo de agua. La vegetación se encuentra estrechamente vinculada a los ascensos y descensos estacionales del nivel del agua. En puntos aledaños mejor drenados se observaron evidencias de alteración por pastoreo caprino.

5.3.2.8 Comunidad de *Callitriche cf. nubigena* y *Ranunculus limoselloides* Cleef 1981

[“Communities of *Callitriche* and *Ranunculus* spp.” Cleef 1981; *Callitriche cf. nubigena-Ranunculus limoselloides* community Cleef *et al.* 2008]

Prados encharcados de *Callitriche nubigena*, *Eleocharis stenocarpa* y *Ranunculus limoselloides*

Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 13

Levantamiento: AC560

Localidades geográficas: Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Tatal), 3815 m. *Otras localidades:* Parques Nacionales Naturales Sumapaz y Sierra Nevada de Santa Marta (Cleef 1981, Cleef *et al.* 2008).

Fisionomía y composición: Prados inundados de *Callitriche nubigena*, *Eleocharis stenocarpa* y *Ranunculus limoselloides* acompañadas por masas de algas verdes filamentosas y en menor proporción por especies como *Alopecurus aequalis* y *Lilaeopsis schaffneriana* (Cleef 1981).

Ecología y distribución: Vegetación dispuesta en charcas superficiales (prof. 10 cm) en sectores del valle de la quebrada Angosturas sometidos a alteración por ganadería (Cleef 1981). Comunidades similares se observaron en los alrededores de la Laguna El Salado durante el reconocimiento de campo realizado en 2005 (Figura 21), igualmente han sido documentados para los páramos de Sumapaz y la Sierra Nevada de Santa Marta (Cleef 1981, Cleef *et al.* 2008).

5.3.2.9 Comunidad de *Acmella repens* y *Calliergonella cuspidata* con *Ranunculus limoselloides*

Prados inundados de *Acmella repens* y *Calliergonella cuspidata* con *Ranunculus limoselloides*

Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 14

Levantamientos: DC006, DC007

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Laguna Comagüeta, sobre margen al costado E, 3414 m; *ibid.*, Laguna Comagüeta, sobre margen al costado NE, 3415 m.

Fisionomía y composición: Comunidades de prados a herbazales bajos de *Acmella repens* y *Calliergonella cuspidata* con *Ranunculus limoselloides* acompañadas por *Epilobium denticulatum*, *Calamagrostis effusa*, *Lemna minor* y especies de *Eleocharis* (*E. acicularis*).

Ecología y distribución: La vegetación es característica de los márgenes permanentemente inundados de la laguna Comagüeta asociados a pies de ladera adedados al cuerpo de agua, en sectores próximos a rosetales de *Puya goudotiana* y otras comunidades leñosas de porte arbustivo a boscoso permanentemente sometidos a pastoreo de ganado vacuno.

5.3.2.10 Comunidad de *Equisetum bogotense* y *Marchantia chenopoda*

Prados de *Equisetum bogotense* y *Marchantia chenopoda*

Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 15

Levantamientos: DC140, DC146

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Márgenes de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 182 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3460 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el fondo de la terraza al extremo SW, 3598 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Equisetum bogotense* y *Marchantia chenopoda* con *Lachemilla orbiculata*, *Cotula mexicana* y *Breutelia chrysea* acompañados por elementos rasantes como *Werneria pygmaea* y *Rhacocarpus purpurascens*. Localmente se observaron elementos herbáceos de *Rhynchospora aristata* de porte herbáceo (50 cm).

Ecología y distribución: Se presenta en riberas y márgenes de quebradas sobre taludes inclinados del suelo (ca. 64°), planicies y bancos rocosos húmedos de extensión reducida con acumulación de materia orgánica (prof. 1.5-50 cm), al igual que en sectores planos turbosos de fondos de pantanos (prof. 100 cm) con niveles freáticos superficiales. En éste último caso representan una expresión no reofítica de *E. bogotense*, participando como especie acompañante en prados húmedos de briofitas sin encontrarse asociados inmediatamente a corrientes de agua.

5.3.2.11 Comunidad de *Lachemilla mandoniana* con *Potentilla heterosepala* y *Breutelia chrysea*

Prados de *Lachemilla mandoniana* con *Potentilla heterosepala* y *Breutelia chrysea*

Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 16

Levantamiento: DC057

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 576 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3523 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Lachemilla mandoniana* con *Potentilla heterosepala* y musgos de *Breutelia chrysea* acompañadas por herbáceas y rosetas rasantes como *Paspalum bonplandianum* y *Paepalanthus karstenii*.

Ecología y distribución: Se establece en alrededores de cursos de agua en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor.

5.3.2.12 Comunidad de *Lachemilla orbiculata* con *Cotula mexicana* y *Agrostis perennans*

Prados de *Lachemilla orbiculata* con *Cotula mexicana* y *Agrostis perennans*

Tabla 3

Levantamiento: DC038

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, próximo a zanja de drenaje en planicie a ca. 393 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3489 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Lachemilla orbiculata* con *Cotula mexicana* y *Agrostis perennans* acompañadas por herbáceas rasantes como *Trifolium repens*.

Ecología y distribución: Vegetación presente en planicies sobre drenajes auxiliares en alrededores de cursos de agua principales. La influencia de actividades de pastoreo en el área se refleja en la presencia de elementos florísticos como *Lachemilla orbiculata* y *Trifolium repens*, típicos de sectores alterados.

5.3.2.13 Comunidad de *Cotula mexicana* con *Hypochaeris sessiliflora* y *Eryngium humile*

Prados de *Cotula mexicana* con *Hypochaeris sessiliflora* y *Eryngium humile*

Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 17 y 18

Levantamientos: DC071, DC073

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: En la sección media del ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor, al NNE de la laguna, 3712 m; *ibid.*, En la sección media del ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor, al NNE de la laguna, bajo caídas de agua, 3744 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Cotula mexicana* con *Hypochaeris sessiliflora* y *Eryngium humile* acompañadas por elementos rasantes o herbáceos de porte bajo como *Rhynchospora macrochaeta*, *Lachemilla galioides* y especies de *Lysipomia* (*L. sphagnophila*, *L. laciniata*), eventualmente por algunos componentes de baja cobertura como *Loricaria complanata*

Ecología y distribución: Se presentan en el ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor sobre laderas encharcadas con sustratos turbosos saturados y bajo caídas de agua.

Otras comunidades de *Isoetes* con *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides*

5.3.2.14 Comunidad de *Isoetes boyacensis* Cleef 1981

Prados de *Isoetes boyacensis* con *Ranunculus limoselloides*

Tabla 3

Levantamiento: AC575

Localidades geográficas: Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Tural), 3825 m.

Fisionomía y composición: Prados encharcados dominados por *Isoetes boyacensis* acompañada por *Ranunculus limoselloides*.

Ecología y distribución: Se presenta como dominante en estanques con aguas superficiales (prof. 10 cm) sobre sustratos arcillosos derivados de lechos rocosos calcáreos (Cleef 1981).

Observaciones: Se comparten las observaciones de Cleef (1981) respecto a la relación entre la comunidad y la vegetación de la alianza *Ranunculo limoselloidis-Cotulion mexicanae hoc loco* de acuerdo con la presencia de *Ranunculus limoselloides*.

5.3.2.15 Comunidad de *Isoetes novo-granadensis*, *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides*

Prados inundados de *Isoetes novo-granadensis*, *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides*

Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 19

Levantamientos: DC029, DC134

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Laguna El Tambor, sobre margen al costado NW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3803 m; vereda Presidente: Laguna El Salado, sobre margen al costado ESE, 3469 m.

Fisionomía y composición: Prados inundados de *Isoetes novo-granadensis*, *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides* acompañadas por elementos rasantes como *Eleocharis acicularis*, *Callitriche nubigena* y musgos de *Campylopus arctocarpus*.

Ecología y distribución: Vegetación característica de márgenes de lagunas dispuesta en sectores permanentemente encharcados hasta sumergido en aguas someras (prof. 24 cm) sobre sustratos fangosos profundos (>100 cm) de coloración marrón, susceptibles a los cambios

estacionales del nivel del agua. En algunas áreas se observó alteración por pastoreo con ramoneo de individuos de *Isoetes novo-granadensis* (**Anexo 6/ Fotografía 19**).

5.3.2.16 Comunidad de *Cotula mexicana* y *Xyris subulata* con *Isoetes palmeri*

Prados de *Cotula mexicana* y *Xyris subulata* con *Plantago australis* e *Isoetes palmeri*

Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 20

Levantamiento: DC131

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 706 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3568 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Cotula mexicana* y *Xyris subulata* acompañadas por hierbas y rosetas rasantes como *Plantago australis*, *Lachemilla mandoniana*, *Isoetes palmeri* y *Ranunculus limoselloides*.

Ecología y distribución: Dispuesta en alrededores de cursos principales y secundarios de agua sobre planicies encharcadas en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor.

Otras comunidades de briofitas con *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides*

5.3.2.17 Comunidad de *Ranunculus limoselloides* con *Drepanocladus aduncus* y *Cotula mexicana*

Prados inundados de *Ranunculus limoselloides* con *Drepanocladus aduncus* y *Cotula mexicana*

Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 21

Levantamiento: DC004

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Laguna El Tambor, sobre margen al costado SE, 3820 m.

Fisionomía y composición: Prados inundados de *Ranunculus limoselloides* con *Drepanocladus aduncus* y *Cotula mexicana* acompañadas por diversas herbáceas rasantes de baja cobertura como *Juncus cyperoides*, *Werneria pygmaea* y especies de *Calamagrostis* (*C. viridiflavescens*, *C. effusa*).

Ecología y distribución: Se establece sobre sustratos turbosos oscuros a rojizos permanentemente encharcados dispuestos hacia las márgenes de la laguna El Tambor. En los alrededores se observan de forma esporádica macollas de *Carex chordalis*.

5.3.2.18 Comunidad de *Sphagnum angustifolium* con *Ranunculus limoselloides* y *Lachemilla mandoniana*

Prados de *Sphagnum angustifolium* con *Ranunculus limoselloides* y *Lachemilla mandoniana*

Tabla 3, Anexo 6/ Fotografía 22

Levantamiento: DC023

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Laguna El Tambor, sobre margen al costado ESE, 3817 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Sphagnum angustifolium* con *Ranunculus limoselloides*, *Lachemilla mandoniana* y *Cotula mexicana*.

Ecología y distribución: Vegetación propia de los márgenes de la laguna El Tambor, influenciada por las variaciones estacionales en el nivel del espejo de agua.

5.3.2.19 Comunidad de *Calliergonella cuspidata* con *Cotula mexicana* y *Oreomyrrhis andicola*

Tabla 3

Levantamiento: DC108

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Salado, costado SW, a ca. 22 m del margen, 3461 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Calliergonella cuspidata* con *Cotula mexicana* y *Oreomyrrhis andicola* acompañadas por *Sphagnum angustifolium*.

Ecología y distribución: Presentes en las planicies de desborde en los alrededores de la laguna El Salado.

Tabla 3. Composición florística de otras comunidades anfibias y de ribera con *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides* de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

Clase Orden Alianza Comunidad Elevación (m) Sector * Área (m ²) No. Especies Levantamiento	Limoselletea																
	Tillaeetalia																
	Tillaeion		Ranunculo limoselloidis-Cotulion mexicanae														
	L. australis	R.J.-M.q.-E.a.	C.n.-R.A.r.-C.e.-R.I.	E.b.-M.c.	L.m.-P.	L.o.-C.	C.m.-H.s.-E.h.	I.b.	I.n.-C.m.-R.I.	C.m.-X.R.I.-D.	S.a.-R	C.c.-C					
3800 3800	3456 3463	3815 3415 3444	3598 3460	3523 3489	3712 3744	3825 3803 3469	3568 3820 3817 3461										
VA VA	S S	VA C C	Tr S	ATr S	AT AT	VA T S	ATr T T										
1 5	1 1	4 1 1	1 1	3 5	5 3	2 1 1	1 1										
4 4	6 3	5 8	1 1	2 11	7 14	2 4 6	6 12										
AC560a AC560b	DC001 DC012	AC560 DC006 DC007	DC40 DC46	DC057 DC038	DC071 DC073	AC575 DC029 DC134	DC131 DC004 DC023 DC108										
Especies características del orden Tillaeetalia																	
Ranunculus limoselloides	5	0.5	90 40	35 20 10				10	10	10	5	54	10				
Especies características y acompañantes de la alianza Ranunculo limoselloidis-Cotulion mexicanae																	
Cotula mexicana		1			2	5	2	25	60	25		20	5	95	10	5	22
Eleocharis acicularis		40		10									10				
Lachemilla mandoniana						1	95							15	1	10	
Ophioglossum crotalophoroides						1	0.5										
Nertera granadensis						1									1		
Paspalum bonplandianum							0.5	5	2								
Rhynchospora aristata							0.5										
Bartsia laniflora							0.5										
Especies asociadas a la comunidad de Limosella australis																	
Limosella australis	35	2															
Crassula venezuelensis	3	5															
Especies asociadas a la comunidad de Ranunculus limoselloides Myriophyllum quitense y Eleocharis acicularis																	
Myriophyllum quitense		1	20														
Carex bonplandii		8															
Stramineogon stramineum		0.5															
Especies asociadas a la comunidad de Callitriche cf. nubigena y Ranunculus limoselloides																	
Callitriche nubigena	0.8	0.5		50					1				5				
Eleocharis stenocarpa				40													
Alopecurus aequalis				0.5													
Lilaopsis schaffneriana				0.8													
Especies asociadas a la comunidad de Acemella repens y Calliergonella cuspidata con Ranunculus limoselloides																	
Acemella repens				50	10												60
Calliergonella cuspidata				10	80												
Epilobium denticulatum				2	1	2			1								
Eleocharis sp.				70													
Calamagrostis effusa					10											2	
Lemna minor					5												
Especies asociadas a la comunidad de Equisetum bogotense y Marchantia chenopoda																	
Equisetum bogotense				1	15	90											
Marchantia chenopoda					70	20											
Rhacocarpus purpurascens					60	20											
Werneria pygmaea					20			0.5								2	
Muhlenbergia ligularis					2												
Isolepis cernua					1												
Luzula racemosa					0.5												
Agrostis trichodes						5											
Agrostis breviculmis						0.5											
Pernettya prostrata						0.5											
Geranium foreroi						0.5											
Achyrocline sp.						0.5											
Especies asociadas a la comunidad de Lachemilla mandoniana con Potentilla heterosepala y Breutelia chrysea																	
Breutelia chrysea					2	0.5	20						1				
Potentilla heterosepala							25										
Paepalanthus karstenii							5										
Halenia adpressa							1										
Hypericum tetrastrichum							1										
Carex pichinchensis							2	0.5									
Gnaphalium coarctatum							1	1									
Especies asociadas a la comunidad de Lachemilla orbiculata con Cotula mexicana y Agrostis perennans																	
Lachemilla orbiculata					10	1	80										
Agrostis perennans							12										
Trifolium repens							5										
Poa annua							1										
Veronica serpyllifolia							1										
Especies asociadas a la comunidad de Cotula mexicana con Hypochaeris sessiliflora y Eryngium humile																	
Eryngium humile							1			22	0.5						
Lysipomia laciniata										15							
Rhynchospora macrochaeta										10							
Lachemilla galioides										8							
Hypochaeris sessiliflora											40						
Lysipomia sphagnophila											25						
Ageratina tinifolia										1							
Loricaria complanata											1						
Draba sp.											1						
Azorella multifida											1						
Hypericum lancioides											1						
Sisyrinchium convolutum											1						
Antennaria linearifolia											0.5						
Oritrophium peruvianum											0.5						
Especies asociadas a la comunidad de Isoetes boyacensis																	
Isoetes boyacensis											100						
Especies asociadas a la comunidad de Isoetes novo-granadensis, Cotula mexicana y Ranunculus limoselloides																	
Isoetes novo-granadensis										0.5		70	15				
Campylopus arctocarpus												20					
Especies asociadas a la comunidad de Cotula mexicana y Xyris subulata con Isoetes palmeri																	
Xyris subulata							0.5								25		
Plantago australis														20			
Isoetes palmeri														5			
Especies asociadas a la comunidad de Ranunculus limoselloides con Drepanocladus aduncus y Cotula mexicana																	
Drepanocladus aduncus															30		
Juncus cyperoides															2		
Calamagrostis viridiflavescens															2		
Carex chordalis															1		
Phleum sp.															1		
Oreobolus venezuelensis															1		
Especies asociadas a la comunidad de Sphagnum angustifolium con Ranunculus limoselloides y Lachemilla mandoniana																	
Sphagnum angustifolium																55	5
Poaceae indet.																10	
Especies asociadas a la comunidad de Calliergonella cuspidata con Cotula mexicana y Oreomyrrhis andicola																	
Oreomyrrhis andicola							0.5										20

Sectores: S - Laguna El Salado / ATr - Ascenso a terraza pantanosa / Tr - Terraza pantanosa / AT - Ascenso a Tambor / T - Laguna El Tambor / C - Laguna Comagleta / VA - Valle Angosturas

Vegetación anfibia y de ribera con *Eleocharis acicularis* y *Erythranthe glabrata*

Clase – Orden *Incertae sedis*

5.3.3 Alianza *Eleocharito acicularis-Erythranthion glabratae* all. nov.

Prados inundables de *Erythranthe glabrata* y *Eleocharis acicularis*

Tabla 4, Anexo 6/ Fotografía 23 a 27

Holotipus: *Eleocharito acicularis-Cardaminetum bonariensis*, hoc loco

Especies características: *Erythranthe glabrata*, *Cardamine bonariensis*, *Eleocharis acicularis*, *Epilobium denticulatum*, *Ranunculus flagelliformis*, *Bryum* sp. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Cotula mexicana*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado WSW, a ca. 32 m del margen, 3810 m; vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 473-693 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3501-3564 m; ibid., Laguna Comagüeta, sobre margen al costado E, ca. 10 m del drenaje de la quebrada Comagüeta, 3417 m; ibid., Laguna Comagüeta, sobre margen al costado W, sobre planicie en área de desborde hacia la entrada de la quebrada Comagüeta, 3436 m; ibid., Laguna Comagüeta, sobre margen al costado WNW, sobre planicie en área de desborde a ca. 10 m del punto de entrada de la quebrada Comagüeta, 3436 m; ibid., Laguna El Salado, sobre margen al costado E, al final del camino que desciende de la cabaña de madera y lleva al margen de la laguna, 3457 m; ibid., Laguna El Salado, sobre margen al costado NNE, 3460 m; ibid., Laguna El Salado, sobre margen al costado NNW, 3467 m; ibid., Laguna El Salado, sobre margen al costado NW, 3461-3467 m; ibid., Márgenes de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 197 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3476 m.

Fisionomía y composición: Prados con matrices integradas por *Erythranthe glabrata* y *Eleocharis acicularis* acompañando otros elementos rasantes dominantes como *Cardamine bonariensis*, *Ranunculus flagelliformis*, *Xyris subulata*, *Bidens andicola* y especies de *Vulpia*.

Ecología y distribución: Vegetación presente en las orillas y alrededores de las lagunas El Salado, El Tambor y Comagüeta, así como en las márgenes y sectores circundantes a cursos principales en el ascenso hacia la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor.

Sintaxonomía: Pese a la presencia de *Cotula mexicana* como especie acompañante, la alianza se separa de la vegetación asociada a la clase *Limoselletea* Cleef 1981 *nom. nud.* de acuerdo a la ausencia de *Crassula venezuelensis* y *Ranunculus limoselloides*, taxones determinantes para la misma.

5.3.3.1 Asociación *Eleocharito acicularis*-*Cardaminetum bonariensis* ass. nov.

Prados inundables de *Cardamine bonariensis*, *Eleocharis acicularis* y *Erythranthe glabrata*

Tabla 4, Anexo 6/ Fotografía 23

Holotipus: levantamiento DC018, *hoc loco*

Especies características: *Cardamine bonariensis*, *Acmella repens*, *Valeriana pilosa*. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Erythranthe glabrata*, *Eleocharis acicularis*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado WSW, a ca. 32 m del margen, 3810 m; vereda Presidente: Laguna Comagüeta, sobre margen al costado E, ca. 10 m del drenaje de la quebrada Comagüeta, 3417 m; *ibid.*, Laguna Comagüeta, sobre margen al costado W, sobre planicie en área de desborde hacia la entrada de la quebrada Comagüeta, 3436 m; *ibid.*, Laguna Comagüeta, sobre margen al costado WNW, sobre planicie en área de desborde a ca. 10 m del punto de entrada de la quebrada Comagüeta, 3436 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado NNE, 3460 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Cardamine bonariensis*, *Eleocharis acicularis* y *Erythranthe glabrata* acompañados por *Cotula mexicana*, *Epilobium denticulatum* y musgos de *Calliergonella cuspidata*, localmente por *Senecio leucanthemoides*, *Nertera granadensis* y *Lachemilla orbiculata*.

Ecología y distribución: En márgenes de lagunas, planicies de desborde y sectores de ingreso de afluentes sobre sustratos turbosos oscuros, en contacto frecuente con el espejo de agua o eventualmente sumergida. En la laguna Comagüeta se realizan descargas de materia orgánica provenientes de material de desecho de estanques de producción de trucha, factor que parece promover el desarrollo de la vegetación de la asociación junto con fenómenos de terrización.

5.3.3.2 Asociación *Eleocharito acicularis*-*Ranunculetum flagelliformis* ass. nov.

Prados inundables de *Ranunculus flagelliformis* y *Eleocharis acicularis*

Tabla 4, Anexo 6/ Fotografía 24

Holotipus: levantamiento DC133, *hoc loco*

Especies características: *Bryum* sp., *Ranunculus flagelliformis*, *Phleum* sp., *Eleocharis* sp. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Eleocharis acicularis*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Laguna El Salado, sobre margen al costado E, al final del camino que desciende de la cabaña de madera y lleva al margen de la laguna, 3457 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado NNW, 3467 m; *ibid.*, Laguna El Salado, sobre margen al costado NW, 3467 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Ranunculus flagelliformis* y *Eleocharis acicularis* acompañadas por *Cotula mexicana*, *Epilobium denticulatum* y briofitas de *Dumortiera hirsuta* y especies de *Bryum*.

Ecología y distribución: Sobre márgenes de lagunas influenciadas por entradas de corrientes de agua que alimentan los cuerpos de agua, dispuestos en áreas encharcadas someras (prof. 15 cm)

hasta permanentemente inundadas sobre sustratos fangosos de color marrón y profundidad intermedia (50 cm) con fibras vegetales reconocibles. En los alrededores se observaron sectores bajo alteración por pastoreo caprino, con huellas reconocibles de pisoteo y presencia de *Lachemilla orbiculata*.

Otras comunidades con *Erythranthe glabrata*

5.3.3.3 Comunidad de *Erythranthe glabrata* y *Vulpia* sp.

Prados inundados de *Erythranthe glabrata* y *Vulpia* sp.

Tabla 4, Anexo 6/ Fotografía 25

Levantamiento: DC015

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Laguna El Salado, sobre margen al costado NW, 3461 m.

Fisionomía y composición: Prados inundados de *Erythranthe glabrata* y *Vulpia* sp. Acompañadas por *Ranunculus limoselloides*.

Ecología y distribución: Sobre márgenes de lagunas que reciben drenajes superficiales, en sectores sobre sustratos fangosos inundados bajo permanente influencia de pastoreo caprino. Ante el descenso estacional del nivel del agua se observa la colonización de especies de Poaceae que compiten por su establecimiento en la zona.

5.3.3.4 Comunidad de *Dumortiera hirsuta* con *Bidens andicola*, *Equisetum bogotense* y *Erythranthe glabrata*

Prados con parches de *Dumortiera hirsuta* y hierbas rasantes de *Bidens andicola*, *Equisetum bogotense* y *Erythranthe glabrata*

Tabla 4, Anexo 6/ Fotografía 26

Levantamiento: DC130

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 693 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3564 m.

Fisionomía y composición: Prados con parches de *Dumortiera hirsuta* con hierbas rasantes de *Bidens andicola*, *Equisetum bogotense* y *Erythranthe glabrata* acompañadas por *Oreomyrrhis andicola*.

Ecología y distribución: Márgenes de drenajes menores medianamente terrizados dispuestos en el ascenso hacia la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor.

5.3.3.5 Comunidad de *Xyris subulata* y *Calliergonella cuspidata* con *Erythranthe glabrata*

Prados de *Xyris subulata* y *Calliergonella cuspidata* con *Erythranthe glabrata*

Tabla 4, Anexo 6/ Fotografía 27

Levantamientos: DC118, DC121

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 473 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3501 m; *ibid.*, Márgenes de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 197 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3476 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Xyris subulata* y *Calliergonella cuspidata* con *Erythranthe glabrata* acompañadas por *Cotula mexicana*, *Prunella vulgaris* y *Plantago rigida*.

Ecología y distribución: Sobre planicies encharcadas parcialmente terrizadas en los alrededores de cursos principales de agua entre la laguna El Salado y el ascenso hacia la terraza pantanosa.

5.3.4 Otras comunidades anfibias y de ribera

5.3.4.1 Comunidad de *Lysipomia sphagnophila*, *Rhynchospora aristata* y *Solenostoma* sp. con *Lachemilla galioides*

Prados de *Lysipomia sphagnophila*, *Rhynchospora aristata* y *Solenostoma* sp. con *Lachemilla galioides*

Tabla 4, Anexo 6/ Fotografía 28

Levantamientos: DC076, DC078

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado WSW, a ca. 10-50 m del margen, 3807-3814 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Lysipomia sphagnophila*, *Rhynchospora aristata* y *Solenostoma* sp. con *Lachemilla galioides* acompañadas por *Carex jamesonii*.

Ecología y distribución: Se presenta en márgenes y planicies de desborde de la laguna El Tambor sobre sustratos turbosos encharcados.

5.3.4.2 Comunidad de *Lachemilla mandoniana* y *Plantago australis*

Prados de *Lachemilla mandoniana* y *Plantago australis*

Tabla 4, Anexo 6/ Fotografía 29

Levantamientos: DC096

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado W, a ca. 20 m del margen, 3805 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Lachemilla mandoniana* y *Plantago australis*.

Ecología y distribución: Se presenta en márgenes y planicies de desborde de la laguna El Tambor sobre sustratos turbosos encharcados. En la medida en que los muestreos se apartan de la orilla, en zonas mejor drenadas concentradas hacia los chuscales húmedos se observa el establecimiento de prados de *Lachemilla mandoniana* acompañada por *Plantago australis*.

Tabla 4. Composición florística de otras asociaciones y comunidades anfibias y de ribera de los humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia)

Alianza Comunidad Elevación (m) Sector * Área (m ²) No. Especies Levantamiento (typus)	<i>Eleocharito acicularis-Erythranthion glabratae</i>											<i>Incertae sedis</i>			
	<i>Eleocharito-Cardaminetum</i>					<i>E-Ranunculetum</i>			<i>Eg-V D.h.-Bx.s-C.c.-Eg.</i>			<i>L.s-R.a.-S-L</i>		<i>L.m.-F</i>	
	3436	3460	3417	3436	3810	3467	3467	3457	3461	3564	3476	3501	3807	3814	3805
	C	S	C	C	T	S	S	S	S	ATr	S	ATr	T	T	T
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	100	6	30	15	1
	5	5	6	7	4	7	10	4	4	6	7	6	6	7	4
	DC010	DC018	DC021	DC022	DC101	DC002	DC003	DC133	DC015	DC130	DC118	DC121	DC076	DC078	DC096
Especies características y acompañantes de la alianza <i>Eleocharito acicularis-Erythranthion glabratae</i>															
	Cob (%)														
<i>Erythranthe glabrata</i>	-	25	4	5	15	0.5	-	-	70	20	4	5	-	-	-
<i>Eleocharis acicularis</i>	20	10	40	60	-	-	15	10	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cotula mexicana</i>	5	10	-	-	-	2	2	-	-	-	40	-	-	-	-
<i>Epilobium denticulatum</i>	-	10	-	-	4	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calliergonella cuspidata</i>	-	-	5	28	-	-	-	-	-	-	15	30	-	-	-
<i>Nertera granadensis</i>	-	-	20	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lachemilla orbiculata</i>	-	-	-	10	-	-	2	-	-	-	-	5	-	-	-
Especies características y acompañantes de la asociación <i>Eleocharito acicularis-Cardaminetum bonariensis</i>															
<i>Cardamine bonariensis</i>	60	10	30	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Drepanocladus aduncus</i>	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Senecio leucanthemoides</i>	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acmella repens</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Valeriana pilosa</i>	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carex bonplandii</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Especies características y acompañantes de la asociación <i>Eleocharito acicularis-Ranunculetum flagelliformis</i>															
<i>Ranunculus flagelliformis</i>	-	-	-	-	-	90	2	60	-	-	-	-	-	-	2
<i>Bryum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1	80	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eleocharis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phleum</i> sp.	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juncus</i> sp.	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Isoetes karstenii</i>	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lachemilla moritziana</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis breviculmis</i>	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Especies asociadas a la comunidad de <i>Erythranthe glabrata</i> y <i>Vulpia</i> sp.															
<i>Vulpia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-
<i>Ranunculus limoselloides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Chlorophyceae indet.	-	-	-	-	-	0.5	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Especies asociadas a la comunidad de <i>Dumortiera hirsuta</i> con <i>B. andicola</i>, <i>Equisetum bogotense</i> y <i>Erythranthe glabrata</i>															
<i>Dumortiera hirsuta</i>	-	-	-	-	-	-	60	-	-	70	-	-	-	-	-
<i>Bidens andicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-
<i>Equisetum bogotense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-
<i>Oreomyrrhis andicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	2	-	-	-	-
<i>Sibthorpia repens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Especies asociadas a la comunidad de <i>Xyris subulata</i> y <i>Calliergonella cuspidata</i> con <i>Erythranthe glabrata</i>															
<i>Xyris subulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	10	-	-	-
<i>Plantago rigida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
<i>Prunella vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-
<i>Eryngium humile</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Especies asociadas a la comunidad de <i>Lysipomia sphagnophila</i>, <i>R. aristata</i> y <i>Solenostoma</i> sp. con <i>Lachemilla galioides</i>															
<i>Lysipomia sphagnophila</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	70	-
<i>Lachemilla galioides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	1	-
<i>Solenostoma</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	-	-
<i>Carex jamesonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	5
<i>Rhynchospora aristata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80	-
<i>Anastrophyllum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Magnoliophyta indet.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	-
<i>Lysipomia laciniata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
<i>Hypericum tetrastrichum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Erigeron karvinskianus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Especies asociadas a la comunidad de <i>Lachemilla mandoniana</i> y <i>Plantago australis</i>															
<i>Lachemilla mandoniana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	20
<i>Plantago australis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
<i>Calamagrostis effusa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2

Sectores: S - Laguna El Salado / ATr - Ascenso a terraza pantanosa / T - Laguna El Tambor / C - Laguna Comagüeta

5.4 VEGETACIÓN DE PRADOS Y TAPETES DE TURBERAS

Clase *Plantagini rigidae-Distichietea muscoidis* Rivas-Martínez & Tovar 1982

(= *Wernerietea pygmaeae* Cleef 1981 *nom. inval.*)

Orden *Oritrophio limnophili-Wernerietalia pygmaeae* Cleef 1981

5.4.1 Alianza *Wernerion crasso-pygmaeae* Cleef 1981

Tabla 5, Anexo 6/ Fotografía 30 a 33

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado SW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3814 m; vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 455-550 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3499-3513 m; *ibid.*, *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 389 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, a ca. 8 m al S del margen del curso de agua, 3489 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 400 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3489 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, alrededores del curso principal de la quebrada El Salado, 3556-3584 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el fondo de la terraza al extremo W, 3589 m. Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Total), 3815-3890 m.

5.4.1.1 Asociación *Carici pichinchensis-Wernerietum pygmaeae* *ass. nov.*

Prados de *Werneria pygmaea*, *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides* con *Carex pichinchensis*

Tabla 5, Anexo 6/ Fotografía 30

Holotipus: levantamiento DC050, *hoc loco*

Especies características: *Werneria pygmaea*, *Marchantia chenopoda*, *Xyris subulata*, *Lilaea* sp., *Pohlia* sp., *Herbertus juniperoideus*, *Bidens andicola*, *Cotula mexicana*. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Ranunculus limoselloides*, *Carex pichinchensis*, *Eleocharis acicularis*, *Erythranthe glabrata*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 531-550 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3511-3513 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 389 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, a ca. 8 m al S del margen del curso de agua, 3489 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en

planicie a ca. 400 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3489 m; ibid., Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, alrededores del curso principal de la quebrada El Salado, 3584 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Werneria pygmaea*, *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides* con *Carex pichinchensis* y *Eleocharis acicularis* acompañadas por *Muhlenbergia ligularis*, *Xyris subulata*, *Halenia adpressa* y briofitas de *Marchantia chenopoda*, *Breutelia integrifolia* y *Herbertus juniperoideus*.

Ecología y distribución: En planicies de desborde de lagunas, terrazas turbosas y alrededores de corrientes menores de agua moderadamente terrizadas sobre sustratos húmedos a encharcados.

Sintaxonomía: Carece de numerosas especies que caracterizan los tapetes de *Werneria pygmaea* descrita por Cleef (1981). En contraste, en su composición se destacan otros elementos ausentes en las demás asociaciones de la alianza como *Ranunculus limoselloides*, *Eleocharis acicularis*, *Cotula mexicana* y *Carex pichinchensis*.

5.4.1.2 Asociación *Oritrophio limnophili*-*Wernerietum pygmaeae* Cleef 1981

Subasociación *Oritrophio-Wernerietum typicum* Cleef 1981

Subasociación *Oritrophio-Wernerietum cotuletosum minutae* Cleef 1981

Prados de *Werneria pygmaea* y *Cotula mexicana* con *Scorpidium scorpioides* y especies de *Barbula*

Tabla 5

Localidades geográficas: Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Total), 3815-3890 m. *Otras localidades:* páramos de La Rusia, Parques Nacionales Naturales Sumapaz, Sierra Nevada del Cocuy, Sierra Nevada de Santa Marta y Pisba (Cleef 1981, Cleef & Rangel 1984).

Fisionomía y composición: Prados (15-25 cm alto) de *Werneria pygmaea* y *Cotula mexicana* con briofitas de *Scorpidium scorpioides* y especies de *Barbula* junto con diversas especies herbáceas de baja cobertura.

Ecología y distribución: Se presenta en sectores planos (ca. 5°) del valle de la quebrada Angosturas y otros sectores de la cordillera Oriental con corrientes de agua someras y lentas con acumulación gradual de sedimentos (Cleef 1981). Cleef & Rangel (1984) citan esta vegetación para algunos sectores de la Sierra Nevada de Santa Marta (Pinto-Zárate & Rangel-Churio 2010).

Otras comunidades de prados y tapetes de turberas con *Werneria pygmaea*

5.4.1.3 Comunidad de *Cotula mexicana* y *Werneria pygmaea* con *Isolepis cernua*

Prados de *Cotula mexicana* y *Werneria pygmaea* con *Isolepis cernua*

Tabla 5, Anexo 6/ Fotografía 31

Levantamientos: DC135, DC136

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, alrededores del curso principal de la quebrada El Salado, 3556 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Cotula mexicana* y *Werneria pygmaea* con *Isolepis cernua* acompañadas por *Sisyrinchium pusillus* y *Lachemilla mandoniana*.

Ecología y distribución: Se presenta en drenajes secundarios colmatados en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, sobre barrizales y turbas encharcadas mejor drenadas. Se observó alteración por pastoreo caprino con evidencias de pisoteo y acumulación de excrementos.

5.4.1.4 Comunidad de *Carex jamesonii* y *C. chordalis* con *Werneria pygmaea*

Prados de *Carex jamesonii* y *C. chordalis* con *Werneria pygmaea*

Tabla 5, Anexo 6/ Fotografía 32

Levantamientos: DC105, RS110

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado SW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3814 m; vereda Presidente: Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el fondo de la terraza al extremo W, 3589 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Carex jamesonii* y *C. chordalis* con *Werneria pygmaea* acompañadas por especies de *Ranunculus* (*R. flagelliformis*, *R. limoselloides*).

Ecología y distribución: Márgenes de lagunas y fondos de pantano sobre sustratos turbosos encharcados.

5.4.1.5 Comunidad de *Eleocharis acicularis* y *Carex confertospicata* con *Werneria pygmaea*

Prados de *Eleocharis acicularis* y *Carex confertospicata* con *Werneria pygmaea*

Tabla 5, Anexo 6/ Fotografía 33

Levantamiento: DC120

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 455 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3499 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Eleocharis acicularis* y *Carex confertospicata* con *Werneria pygmaea*, *Xyris subulata*, *Bidens andicola* y *Dumortiera hirsuta*.

Ecología y distribución: Sobre sustratos turbosos encharcados en alrededores de cursos principales de agua en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor

5.4.2 Alianza *Gentiano sedifoliae*-*Oritrophion limnophili* Cleef 1981 nom. inval. (Art. 3b)

("Gentiano-Oritrophion" Cleef 1981 prov.)

Tabla 5

Localidades geográficas: Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Tatal), 3815-3900 m.

5.4.2.1 Asociación *Floscaldasio hypsophilae*-*Distichietum muscoidis* Cleef 1981

Cojines vasculares de *Distichia muscoides*

Tabla 5

Localidades geográficas: Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Tatal), 3815 m. *Otras localidades:* Páramo de Santurbán, Parque Nacional Natural Sierra Nevada del Cocuy (Cleef 1981).

Fisionomía y composición: Cojines dominados por *Distichia muscoides* acompañada por hierbas rasantes de baja cobertura como *Werneria pygmaea*.

Ecología y distribución: En pantanos observados en el valle de la quebrada Angosturas (Cleef 1981).

5.4.2.2 Asociación *Hyperico lancioideis*-*Plantaginetum rigidae* Cleef 1981

Subasociación *Hyperico-Plantaginetum gentianelletosum nevadensis* Cleef 1981

Cojines vasculares de *Plantago rigida* con *Calliargonella cuspidata*

Tabla 5

Localidades geográficas: Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Tatal), 3900 m. *Otras localidades:* Páramos de Laguna Verde, La Rusia, Parques Nacionales Naturales Sumapaz y Sierra Nevada del Cocuy (Cleef 1981).

Fisionomía y composición: Cojines de *Plantago rigida* con *Calliargonella cuspidata* acompañadas por herbáceas y briofitas de baja cobertura como *Werneria pygmaea*.

Ecología y distribución: En pantanos observados en el valle de la quebrada Angosturas (Cleef 1981).

5.4.3 Alianza *Lachemilla mandoniana*-*Plantaginion rigidae* all. nov.

Tapetes de *Plantago rigida* y *Lachemilla mandoniana* con *Ranunculus limoselloides* y *Cotula mexicana*

Tabla 5, Anexo 6/ Fotografía 34 a 36

Holotipus: *Cotula mexicana*-*Plantaginetum rigidae*, hoc loco

Especies características: *Plantago rigida*, *Lachemilla mandoniana*, *Crassula venezuelensis*.

Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Ranunculus limoselloides*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado SW, a ca. 25 m del margen, 3812 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado NW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3804 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado W, 3803 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, a ca. 6 m del margen al costado SW, 3811 m; vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Salado, costado WSW, sobre pie de ladera a ca. 20 m del margen, 3466 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Tambor, costado ENE, a ca. 40 m del margen, 3811 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Tambor, costado N, sobre ladera rocosa en la periferia de la cubeta glaciar, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3807 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 136 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3452 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, sobre margen al costado ESE, 3820 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, sobre margen al costado SE, 3819 m.

Fisionomía y composición: Tapetes de *Plantago rigida* y *Lachemilla mandoniana* con *Ranunculus limoselloides*, *Crassula venezuelensis* y briofitas como *Campylopus arctocarpus*.

Ecología y distribución: Orillas y planicies de inundación de lagunas y sectores planos en los alrededores de cursos de agua sobre sustratos turbosos encharcados a inundados.

5.4.3.1 Asociación *Cotula mexicanae-Plantaginetum rigidae* ass. nov.

Tapetes de *Plantago rigida* con *Lachemilla mandoniana* y *Cotula mexicana*

Tabla 5, Anexo 6/ Fotografía 34

Holotipus: levantamiento DC144, *hoc loco*

Especies características: *Sisyrinchium pusillum*, *Azorella* sp., *Oritrophium limnophilum*. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Plantago rigida*, *Cotula mexicana*, *Lachemilla mandoniana*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado SW, a ca. 25 m del margen, 3812 m; vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Tambor, costado ENE, a ca. 40 m del margen, 3811 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Tambor, costado N, sobre ladera rocosa en la periferia de la cubeta glaciar, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3807 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 136 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3452 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, sobre margen al costado ESE, 3820 m.

Fisionomía y composición: Tapetes de *Plantago rigida* con *Lachemilla mandoniana* y *Cotula mexicana* acompañadas por *Oritrophium peruvianum*, especies de *Lilaeopsis* y musgos de *Campylopus arctocarpus* y *Sphagnum angustifolium*.

Ecología y distribución: Márgenes y planicies de inundación de lagunas, laderas rocosas en la periferia de cubetas glaciares, y sectores planos sobre corrientes menores colmatadas, dispuesta sobre sustratos turbosos profundos (50 hasta >100 cm) encharcados a inundados.

5.4.3.2 Asociación *Lachemilla mandoniana*-*Ranunculetum limoselloidis* ass. nov.

Prados de *Ranunculus limoselloides* y *Lachemilla mandoniana* con *Crassula venezuelensis*

Tabla 5, Anexo 6/ Fotografía 35

Holotipus: levantamiento DC092, *hoc loco*

Especies características: *Ortachne erectifolia*, *Campylopus* sp. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Lachemilla mandoniana*, *Ranunculus limoselloides*, *Crassula venezuelensis*, *Plantago rigida*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Laguna El Tambor, a ca. 5-6 m del margen al costado W, 3803-3811 m; vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Salado, costado WSW, sobre pie de ladera a ca. 20 m del margen, 3466 m; *ibid.*, Laguna El Tambor, sobre margen al costado SE, 3819 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Ranunculus limoselloides* y *Lachemilla mandoniana* con *Crassula venezuelensis* acompañadas por *Plantago rigida*, *Nertera granadensis* y musgos de *Drepanocladus aduncus*.

Ecología y distribución: Se distribuye sobre márgenes de lagunas y bases de laderas colindantes sobre sustratos turbosos permanentemente encharcados a inundados. *Crassula venezuelensis* se torna dominante en las área de borde más inundadas, en contraste, ante el descenso del espejo de agua es posible encontrar a *Muhlenbergia ligularis* y *M. fastigiata* tratando de arraigarse a estos sustratos.

Otras comunidades de prados y tapetes de turberas con *Plantago rigida*

5.4.3.3 Comunidad de *Breutelia chrysea* y *Lachemilla mandoniana* con *Plantago rigida*

Vegetación

Tabla 5, Anexo 6/ Fotografía 36

Levantamiento: DC091

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado NW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3804 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Breutelia chrysea* y *Lachemilla mandoniana* con *Plantago rigida*.

Ecología y distribución: Márgenes de la laguna El Tambor sobre sustratos turbosos húmedos medianamente terrizados.

5.4.4 Otras comunidades de prados, tapetes y cojines vasculares de turberas

Clase – Orden – Alianza *Incertae sedis*

5.4.4.1 Asociación *Muhlenbergietum fastigiatae* Cleef 1981

Cojines vasculares de *Muhlenbergia fastigiata* con *Breutelia trianae*

Tabla 5

Localidades geográficas: Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Total), 3850 m. *Otras localidades:* Páramo de La Rusia, Parques Nacionales Naturales Pisba, Sierra Nevada del Cocuy (Cleef 1981).

Fisionomía y composición: Cojines vasculares pequeños de *Muhlenbergia fastigiata* con *Breutelia trianae*.

Ecología y distribución: Dispuestos en zonas húmedas a encharcadas en el valle de la quebrada Angosturas (Cleef 1981).

5.4.4.2 Asociación *Plantagini australis*-*Azorelletum multifidae* ass. nov.

Vegetación

Tabla 5, Anexo 6/ Fotografía 37

Holotipus: levantamiento DC141, *hoc loco*

Especies características: *Azorella multifida*, *Galium peruvianum*, *Galium hypocarpium*, *Ctenidium malacodes*, *Sigesbeckia* sp., *Oxalis* sp., *Drymaria* sp. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Oreomyrrhis andicola*, *Plantago australis*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 537 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3513 m; *ibid.*, Márgenes de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 414 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3492 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, próximo al pie de ladera al extremo SW, 3598 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Azorella multifida* y *Plantago australis* con *Agrostis trichodes* acompañadas por hierbas rasantes de *Oreomyrrhis andicola*, *Galium peruvianum*, *Sibthorpia repens*, *Rhynchospora aristata* y musgos de *Breutelia chrysea*.

Ecología y distribución: Planicies en los márgenes y alrededores de cursos de agua en el ascenso a la terraza pantanosa, así como en taludes inclinados (22°) de bases rocosas de laderas (derrubios glaciares) en la periferia de la terraza pantanosa abierta hacia la transición con el matorral alto, sobre sustratos de profundidad intermedia (27 cm).

Sintaxonomía: Carece de diversas especies críticas para la asociación *Azorelletum multifidae* Cleef 2008 *nom. inval.* (= *Azorelletum multifidae* Cleef 1981 *nom. inval.*, Art. 2b).

5.4.4.3 Comunidad de *Carex chordalis* y *Calliergonella cuspidata* con *Senecio anthemifolius* y *Lachemilla mutisii*

Prados de *Carex chordalis* y *Calliergonella cuspidata* con *Senecio anthemifolius* y *Lachemilla mutisii* **Tabla 5, Anexo 6/ Fotografía 38**

Levantamiento: DC089

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado NNW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3804 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Carex chordalis* y *Calliergonella cuspidata* con *Senecio anthemifolius* y *Lachemilla mutisii*.

Ecología y distribución: Se presenta en márgenes de lagunas y planicies de inundación en sectores próximos a morrenas.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

5.5 PRADOS DE BRIOFITAS

Clase – Orden – Alianza *Incertae sedis*

5.5.1 Comunidad de *Sphagnum magellanicum* con *Pentacalia ledifolia* y *Ageratina tinifolia*

Tabla 6, Anexo 6/ Fotografía 39

Levantamiento: DC020, DC109

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Salado, costado SW, a ca. 29 m del margen, 3461 m; *ibid.*, Laguna Comagüeta, sobre margen al costado SW, sobre planicie turbosa en área de desborde, 3433 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Sphagnum magellanicum* con *Pentacalia ledifolia* y *Ageratina tinifolia* acompañados por *Juncus microcephalus* y *Festuca* sp.

Ecología y distribución: En áreas de desborde de lagunas sobre planicies turbosas asociados a dinámicas de terrización en época seca, acelerada en gran medida por la intervención antropica (pisoteo del ganado vacuno y caprino, actividades humanas). La comunidad comparte elementos similares a los estratos rasantes observados en arbustales aledaños de *Diplostegium*.

5.5.2 Comunidad de *Calliergonella cuspidata* con *Isoetes karstenii* y *Callitriche nubigena*

Prados inundados de *Calliergonella cuspidata* con *Isoetes karstenii* y *Callitriche nubigena*

Tabla 6, Anexo 6/ Fotografía 40

Levantamiento: DC024, DC025

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Laguna El Tambor, sobre margen al costado ESE, 3819-3820 m.

Fisionomía y composición: Prados inundados de *Calliergonella cuspidata* con *Isoetes karstenii* y *Callitriche nubigena* acompañadas por *Calamagrostis recta* y *Drepanocladus aduncus*.

Ecología y distribución: En márgenes de lagunas sobre sustratos turbosos a fangosos permanentemente inundados. Corresponden a comunidades mixtas entre elementos principalmente acuáticos y otros de zonas más terrizadas.

5.5.3 Comunidad de *Calliergonella cuspidata* y *Breutelia chrysea* con *Dumortiera hirsuta*

Prados inundados de *Calliergonella cuspidata* y *Breutelia chrysea* con *Dumortiera hirsuta*

Tabla 6, Anexo 6/ Fotografía 40

Levantamiento: DC027

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Laguna El Tambor, sobre margen al costado SE, 3820 m.

Fisionomía y composición: Prados inundados de *Calliergonella cuspidata* y *Breutelia chrysea* con *Dumortiera hirsuta*.

Ecología y distribución: Dispuestos en sectores fangosos a turbosos sobre bordes de laguna.

5.5.4 Comunidad de *Marchantia chenopoda* con *Hydrocotyle bonplandii* y *Epilobium denticulatum*

Prados de *Marchantia chenopoda* con *Hydrocotyle bonplandii* y *Epilobium denticulatum*

Tabla 6, Anexo 6/ Fotografía 41

Levantamiento: DC039

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, próximo a zanja de drenaje en planicie a ca. 383 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3487 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Marchantia chenopoda* con *Hydrocotyle bonplandii* y *Epilobium denticulatum*.

Ecología y distribución: En planicies permanentemente encharcadas sobre corrientes menores asociadas a la quebrada El Salado.

5.5.5 Comunidad de *Polytrichum juniperinum*

Prados de *Polytrichum juniperinum*

Tabla 6

Levantamiento: DC033

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 385 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, a ca. 3 m del margen del curso de agua, 3492 m.

Fisionomía y composición: Prados dominados por *Polytrichum juniperinum*.

Ecología y distribución: Se observó en la planicie de desborde de la laguna El Salado en sectores próximos a la desembocadura de la quebrada El Salado.

5.5.6 Comunidad de *Campylopus arctocarpus* y *Bidens andicola*

Prados de *Campylopus arctocarpus* y *Bidens andicola*

Tabla 6, Anexo 6/ Fotografía 42

Levantamiento: DC123

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Márgenes de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 480 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3502 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Campylopus arctocarpus* y *Bidens andicola*.

Ecología y distribución: Sobre márgenes y alrededores de cursos principales de agua.

5.5.7 Comunidad de *Sibthorpia repens*, *Breutelia chrysea* y *Rhacocarpus purpurascens*

Prados de *Sibthorpia repens*, *Breutelia chrysea* y *Rhacocarpus purpurascens*

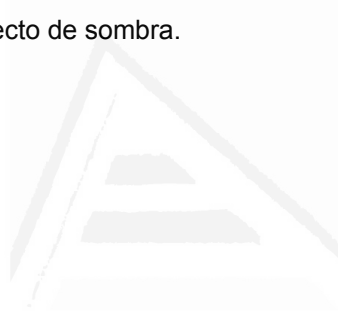
Tabla 6, Anexo 6/ Fotografía 43

Levantamiento: DC125

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 600 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3533 m.

Fisionomía y composición: Prados de *Sibthorpia repens*, *Breutelia chrysea* y *Rhacocarpus purpurascens* acompañadas por *Geranium sibbaldioides*.

Ecología y distribución: En alrededores de cursos menores de agua que drenan hacia la quebrada El Salado, concentrándose hacia las bases de grandes rocas favorecidas por temperaturas más frescas por efecto de sombra.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tabla 6. Composición florística de la vegetación de prados de briofitas y pajonales-pastizales húmedos de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

Comunidad	Prados de Briofitas										Pajonales-Pastizales H.				
	S.m.-P.I.-A.t.	C.c.-I.k.-C.n.	C.c.-B	M.c.-H	P.j.	C.a.-E	S.r.-B	C.I.-D	C.v.	C.e.-R	C.r.-H	A.t.-P	Cob(%)		
Elevación (m)	3433	3461	3819	3820	3820	3487	3492	3502	3533	3815	3810	3804		3814	3489
Sector *	C	S	T	T	T	S	S	ATr	ATr	VA	T	T	T	S	
Área (m ²)	1	10	1	1	1	8	2	6	6	3	3	1	1	10	
No. Especies	4	4	5	8	10	16	11	6	4	5	1	5	20	13	
Levantamiento (typus)	DC020	DC109	DC024	DC025	DC027	DC039	DC033	DC123	DC125	AC561	DC084	DC097	DC100	DC042	
Especies asociadas a la comunidad de <i>Sphagnum magellanicum</i> con <i>P. ledifolia</i> y <i>A. tinifolia</i>															
<i>Sphagnum magellanicum</i>	70	70													
<i>Ageratina tinifolia</i>	15														
<i>Juncus microcephalus</i>	15														
<i>Festuca</i> sp.	10														
<i>Pentacalia ledifolia</i>		30													
<i>Arcytophyllum muticum</i>		5											5		
<i>Rubus</i> sp.		2													
Especies asociadas a la comunidad de <i>Calliargonia cuspidata</i> con <i>Isoetes karstenii</i> y <i>Callitriche nubigena</i>															
<i>Calliargonia cuspidata</i>			60	30	48										
<i>Isoetes karstenii</i>			1	40											
<i>Callitriche nubigena</i>			15	1											
<i>Calamagrostis recta</i>			10	2									25		
<i>Carex chordalis</i>			15												
<i>Drepanocladus aduncus</i>				22											
<i>Lysipomia laciniata</i>				1											
<i>Pentacalia vernicosa</i>				1											
Especies asociadas a la comunidad de <i>Calliargonia cuspidata</i> y <i>Breutelia chrysea</i> con <i>Dumortiera hirsuta</i>															
<i>Breutelia chrysea</i>				20				30							
<i>Dumortiera hirsuta</i>				10									3		
<i>Cardamine bonariensis</i>				5											
<i>Holcus lanatus</i>				5											
<i>Plantago rigida</i>				2	5										
<i>Viola humilis</i>					5										
<i>Nertera granadensis</i>					2										
<i>Cotula mexicana</i>					1										
Especies asociadas a la comunidad de <i>Marchantia chenopoda</i> con <i>Hydrocotyle bonplandii</i> y <i>Epilobium denticulatum</i>															
<i>Marchantia chenopoda</i>					80										
<i>Epilobium denticulatum</i>					10										
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>					10	2								5	
<i>Erythranthe glabrata</i>					5										
<i>Plantago australis</i>					5										
<i>Pohlia</i> sp.					5										
<i>Carex pichinchensis</i>					3										
<i>Crassula venezuelensis</i>					1										
<i>Cerastium arvense</i>					1										
<i>Ophioglossum crotalophoroides</i>					1										
<i>Trifolium repens</i>					1										
Especies asociadas a la comunidad de <i>Polytrichum juniperinum</i>															
<i>Polytrichum juniperinum</i>						95									
<i>Equisetum bogotense</i>					1	2									
<i>Alonsoa meridionalis</i>						1									
<i>Eleocharis acicularis</i>						1									
<i>Gnaphalium coarctatum</i>						1									
<i>Agrostis breviculmis</i>						0.5									
Especies asociadas a la comunidad de <i>Campylopus arctocarpus</i> y <i>Bidens andicola</i>															
<i>Campylopus arctocarpus</i>							40								
<i>Bidens andicola</i>							10								
<i>Hypericum mexicanum</i>							5								
<i>Frunella vulgaris</i>							5								
<i>Geranium foreroi</i>							0.5	3							
Especies asociadas a la comunidad de <i>Sibthorpia repens</i>, <i>Breutelia chrysea</i> y <i>Rhacocarpus purpurascens</i>															
<i>Sibthorpia repens</i>					1			60					5		
<i>Rhacocarpus purpurascens</i>								30							
<i>Geranium siboldioides</i>								10							
Especies asociadas a la comunidad de <i>Calamagrostis ligulata</i>, <i>Drepanocladus aduncus</i> y <i>Calliargonia cuspidata</i>															
<i>Calamagrostis ligulata</i>								70							
<i>Senecio subruncinatus</i>								2							
<i>Cardamine africana</i>								0.5							
<i>Breutelia inclinata</i>								0.8							
<i>Bartsia</i> sp.								0.8							
Especies asociadas a la comunidad de <i>Calamagrostis viridiflavescens</i>															
<i>Calamagrostis viridiflavescens</i>									80						
Especies asociadas a la comunidad de <i>Calamagrostis effusa</i> con <i>Ranunculus limoselloides</i>															
<i>Calamagrostis effusa</i>										40					
<i>Ranunculus limoselloides</i>										10					
<i>Lachemilla mandoniana</i>					0.5		4			5					
<i>Carex jamesonii</i>										2					
<i>Senecio folidentatus</i>										2					
Especies asociadas a la comunidad de <i>Calamagrostis recta</i>, <i>Hypericum juniperinum</i> y <i>Geranium santanderiense</i>															
<i>Geranium santanderiense</i>													20		
<i>Hypericum juniperinum</i>													20		
<i>Hypochaeris sessiliflora</i>													10		
<i>Lachemilla orbiculata</i>							1						10		
<i>Paepalanthus karstenii</i>													10		
<i>Potentilla heterosepala</i>													10		
<i>Vaccinium floribundum</i>						1							10		
<i>Antennaria linearifolia</i>													5		
<i>Azorella multifida</i>													5		
<i>Aphanactis</i> sp.													5		
<i>Muhlenbergia ligularis</i>													5		
<i>Sisyrinchium convolutum</i>													5		
<i>Senecio leucanthemoides</i>													3		
<i>Elaphoglossum</i> sp.					2								2		
<i>Lachemilla moritziana</i>													2		
<i>Monochaetium strigosum</i>													2		
Especies asociadas a la comunidad de <i>Agrostis trichodes</i>, <i>Poa annua</i> y <i>Paspalum bonplandianum</i>															
<i>Agrostis trichodes</i>														60	
<i>Breutelia integrifolia</i>							1							20	
<i>Ctenidium malacodes</i>														20	
<i>Poa annua</i>														20	
<i>Rumex acetosella</i>														20	
<i>Paspalum bonplandianum</i>							1							15	
<i>Arenaria lanuginosa</i>														10	
<i>Hypericum gleasonii</i>														3	
<i>Lachemilla pinnata</i>														3	
<i>Valeriana vetasana</i>														1	
<i>Oreomyrrhis andicola</i>														1	
<i>Oxalis</i> sp.					0.5									1	

Sectores: S - Laguna El Salado / ATr - Ascenso a terraza pantanosa / T - Laguna El Tambor / C - Laguna Comagüeta / VA - Valle Angosturas

5.6 PAJONALES Y PASTIZALES HÚMEDOS

Clase *Plantaginetea australis* Gutte 1986

Orden *Marchantio plicatae-Epilobietalia* Cleef 1981 *nom. inval.* (Art. 3g)

Alianza *Calamagrostion ligulatae* Cleef 1981

Tabla 6

Localidades geográficas: Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Tatal), 3815 m.

5.6.1 Comunidad de *Calamagrostis ligulata*, *Drepanocladus aduncus* y *Calliergonella cuspidata*

Pajonales húmedos de *Calamagrostis ligulata*

Tabla 6

Levantamiento: AC561

Localidades geográficas: Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Tatal), 3815 m. *Otras localidades:* Parque Nacional Natural Sumapaz (Cleef 1981).

Fisionomía y composición: Pajonales húmedos dominados por *Calamagrostis ligulata* acompañada por algunos elementos herbáceos y briofitas de baja cobertura como *Senecio subbruncinatus*.

Ecología y distribución: Áreas cenagosas calcáreas en el valle de la quebrada Angosturas (Cleef 1981).

Otras comunidades de pajonales y pastizales húmedos

5.6.2 Comunidad de *Calamagrostis viridiflavescens*

Pajonales húmedos de *Calamagrostis viridiflavescens*

Tabla 6

Levantamiento: DC084

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado SW, a ca. 12 m del margen, 3810 m.

Fisionomía y composición: Pajonales dominados exclusivamente por *Calamagrostis viridiflavescens*.

Ecología y distribución: Se observó en los alrededores de la laguna El Tambor sobre las planicies de desborde.

5.6.3 Comunidad de *Calamagrostis effusa* con *Ranunculus limoselloides*

Pajonales húmedos de *Calamagrostis effusa* con *Ranunculus limoselloides*

Tabla 6

Levantamiento: DC097

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado W, a ca. 20 m del margen, 3804 m.

Fisionomía y composición: Pajonales húmedos de *Calamagrostis effusa* con *Ranunculus limoselloides*.

Ecología y distribución: Se presenta en los alrededores de la laguna El Tambor sobre las planicies de desborde, dispuesta sobre suelos más terrizados que propician el establecimiento de elementos de áreas mejor drenadas.

5.6.4 Comunidad de *Calamagrostis recta*, *Hypericum juniperinum* y *Geranium santanderiense*

Pajonales húmedos de *Calamagrostis recta*, *Hypericum juniperinum* y *Geranium santanderiense*

Tabla 6

Levantamiento: DC100

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Laguna El Tambor, a ca. 5 m del margen al costado SSW, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3814 m.

Fisionomía y composición: Pajonales húmedos de *Calamagrostis recta*, *Hypericum juniperinum* y *Geranium santanderiense* acompañadas por diferentes elementos herbáceos de baja cobertura.

Ecología y distribución: Sobre márgenes y planicies de desborde de la laguna El Tambor.

5.6.5 Comunidad *Agrostis trichodes*, *Poa annua* y *Paspalum bonplandianum*

Pastizales inundados de *Agrostis trichodes*, *Poa annua* y *Paspalum bonplandianum*

Tabla 6, Anexo 6/ Fotografía 44

Levantamiento: DC042

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, próximo a zanja de drenaje en planicie a ca. 400 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3489 m.

Fisionomía y composición: Pastizales inundados de *Agrostis trichodes*, *Poa annua* y *Paspalum bonplandianum* acompañadas por *Rumex acetosella* y musgos de *Breutelia integrifolia* y *Ctenidium malacodes*.

Ecología y distribución: En planicies con sustratos turbosos sobre corrientes menores asociadas a la quebrada El Salado.

5.7 CHUSCALES DE TURBERAS

Cañaverales paramunos de bambusáceas de *Chusquea tessellata* propios de sectores turbosos de fondos de valles y alrededores de cursos de agua.

Se observan diferencias florísticas significativas respecto a la vegetación de las alianzas *Chusquea tessellatae* y *Diplostephion phylloides* descritas por Sánchez & Rangel (1990), y en general frente al complejo de *Hypericum lancioides*-*Chusquea tessellata* discutido por Cleef *et al.* (2008) para diversos sectores de la cordillera Oriental.

Clase – Orden *Incertae sedis*

5.7.1 Alianza *Gynoxys baccharoides*-*Chusquea tessellatae* all. nov.

Chuscales de *Chusquea tessellata* con *Gynoxys baccharoides*, *Cortaderia columbiana* y especies de *Greigia*

Tabla 7, Anexo 6/ Fotografías 45 y 46

Holotipus: *Cortaderia columbiana*-*Chusquea tessellatae*, *hoc loco*

Especies características: *Chusquea tessellata*, *Cortaderia columbiana*, *Gynoxys baccharoides*, *Greigia* sp., *Miconia salicifolia*, *Baccharis prunifolia*, *Baccharis rupicola*, *Ageratina tinifolia*, *Ribes andicola*, *Pentacalia abietina*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Salado, costado SW, a ca. 61 m del margen, 3462 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 597 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3530 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 375 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3489 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, próximo a zanja de drenaje en planicie a ca. 405 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3490 m; *ibid.*, En la base del ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor, al NE de la laguna, próximo a la entrada de la quebrada El Salado en la terraza, bajo caídas de agua sobre grandes rocas, 3601 m; *ibid.*, Márgenes de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 475-625 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3502-3537 m; *ibid.*, Márgenes de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, próximo a las cascadas, a ca. 716 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3570 m; *ibid.*, Márgenes de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 405 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3491 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el margen de la terraza al extremo NE, alrededores del curso principal de la quebrada El Salado, 3578 m.

Fisionomía y composición: Cañaverales dominados por bambúes paramunos de *Chusquea tessellata* acompañada por matrices de arbustos de *Gynoxys baccharoides*, cortaderas de *Cortaderia columbiana* y rosetas de especies de *Greigia*.

Ecología y distribución: Se presentan especialmente hacia las planicies y los fondos turbosos de la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor y en los alrededores de la quebrada El Salado en el ascenso hacia la terraza.

5.7.2 Asociación Cortaderio columbiana-Chusqueetum tessellatae ass. nov.

Cortaderas-chuscales de *Cortaderia columbiana* y *Chusquea tessellata*

Tabla 7, Anexo 6/ Fotografías 45 y 46

Holotipus: levantamiento DC132, *hoc loco*

Especies características: *Cortaderia columbiana*. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Chusquea tessellata*, *Greigia* sp., *Gynoxys baccharoides*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: En la base del ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor, al NE de la laguna, próximo a la entrada de la quebrada El Salado en la terraza, bajo caídas de agua sobre grandes rocas, 3601 m; *ibid.*, Márgenes de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 475-625 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3502-3537 m; *ibid.*, Márgenes de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, próximo a las cascadas, a ca. 716 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3570 m; *ibid.*, Márgenes de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 405 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3491 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el margen de la terraza al extremo NE, alrededores del curso principal de la quebrada El Salado, 3578-3579 m.

Fisionomía y composición: Cortaderas-chuscales de *Cortaderia columbiana* y *Chusquea tessellata* acompañadas por arbustos de *Gynoxys baccharoides* y especies de *Baccharis* (*B. prunifolia*, *B. rupicola*), y rosetas de especies de *Greigia*.

Ecología y distribución: En márgenes y planicies en los alrededores de la quebrada El Salado en el ascenso hacia la terraza pantanosa, y bajo caídas de agua próximas a la zona de cascadas sobre grandes rocas.

5.7.3 Asociación Miconio salicifoliae-Chusqueetum tessellatae ass. nov.

Vegetación

Tabla 7, Anexo 6/ Fotografías 47

Holotipus: levantamiento DC043, *hoc loco*

Especies características: *Miconia salicifolia*, *Ribes andicola*, *Gynoxys baccharoides*, *Baccharis rupicola*, *Ageratina tinifolia*, *Pernettya prostrata*, *Hesperomeles* sp., *Escallonia myrtilloides*, *Diplostegium oblongifolium*, *Chaetolepis alpina*, *Cestrum buxifolium*, *Calceolaria microbefaria*,

Acaena ovalifolia, *Baccharis prunifolia*. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Chusquea tessellata*, *Greigia sp.*, *Pentacalia abietina*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Salado, costado SW, a ca. 61 m del margen, 3462 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 597 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3530 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 375 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3489 m; *ibid.*, Alrededores de la quebrada El Salado, próximo a zanja de drenaje en planicie a ca. 405 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3490 m.

Fisionomía y composición: Chuscal-matorral turboso de *Chusquea tessellata* con *Miconia salicifolia*, *Gynoxys baccharoides* y rosetas de especies de *Greigia* acompañadas por elementos leñosos como *Ageratina tinifolia*, *Pernettya prostrata*, *Ribes andicola*, especies de *Baccharis* (*B. prunifolia*, *B. rupicola*), hierbas como *Sibthorpia repens* y musgos de *Sphagnum angustifolium*.

Ecología y distribución: Se observaron en planicies aledañas a la quebrada El Salado y cursos menores de agua distribuidos en el ascenso hacia la terraza pantanosa, así como en las periferias turbosas de la terraza y la periferia externa de las planicies de desborde de la laguna El Salado.

5.8 ALIANZA INCERTAE SEDIS

5.8.1 Asociación *Diplostephium revoluti* Cleef 1981

Chuscal-matorral turboso de *Chusquea tessellata* con *Diplostephium revolutum*

Tabla 7, Anexo 6/ Fotografía 48

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Salado, costado SW, a ca. 12-35 m del margen, 3461 m. *Otras localidades:* Páramo de La Rusia, Parques Nacionales Naturales Pisba, Sumapaz, Sierra Nevada del Cocuy (Cleef 1981).

Fisionomía y composición: Chuscal-matorral turboso de *Chusquea tessellata* con *Diplostephium revolutum* acompañadas por rosetas de *Puya goudotiana* y tapetes de *Arcytophyllum muticum*, *Sphagnum angustifolium* y *Rhacocarpus purpurascens*.

Ecología y distribución: Presente en los alrededores de la laguna El Salado sobre planicies de desborde.

Sintaxonomía: Los matorrales identificados en el área de estudio se relacionan con los descritos por Cleef (1981) para otros sectores de la cordillera Oriental por la presencia de *Chusquea tessellata*, sin embargo son más pobres en composición. Contrastan a su vez con la vegetación de la comunidad de *Diplostephium revolutum* con *Calliargonella cuspidata*, en los cuales se ausentan los bambúes de páramo.

5.8.2 Asociación *Calliergonello cuspidatae*-*Chusqueetum tessellatae* ass. nov.

Tabla 7, Anexo 6/ Fotografía 49

Holotipus: levantamiento DC104, *hoc loco*

Especies características: *Luzula racemosa*, *Lachemilla moritziana*, *Senecio leucanthemoides*, *Calliergonella cuspidata*, *Lachemilla mutisii*, *Festuca dolichophylla*, *Cerastium arvense*, *Geranium siboldioides*, *Lysipomia* sp., *Paepalanthus karstenii*, *Sphagnum angustifolium*. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Chusquea tessellata*, *Lachemilla mandoniana*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado W, a ca. 10 m del margen, 3803 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Tambor, costado WSW, a ca. 15-27 m del margen, 3714-3810 m; vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Salado, costado SW, a ca. 38 m del margen, 3462 m; *ibid.*, Márgenes de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 202 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3477 m; *ibid.*, Terraza pantanosa en el ascenso entre las lagunas El Salado y El Tambor, hacia el fondo de la terraza al extremo W, 3587-3590 m.

Fisionomía y composición: Chuscales de *Chusquea tessellata* con tapetes de musgos de *Calliergonella cuspidata* y *Sphagnum angustifolium* acompañadas por *Senecio leucanthemoides*, *Festuca dolichophylla*, *Cerastium arvense* y especies de *Lachemilla* (*L. moritziana*, *L. mandoniana*).

Ecología y distribución: En planicies de inundación en los alrededores de lagunas y en fondos de la terraza pantanosa sobre sustratos medianamente encharcados.

5.8.3 Asociación *Pentacalio vernicosae*-*Chusqueetum tessellatae* ass. nov.

Chuscales-matorrales de *Chusquea tessellata* con *Pentacalia vernicosa*

Tabla 7, Anexo 6/ Fotografía 50

Holotipus: levantamiento DC156, *hoc loco*

Especies características: *Pentacalia vernicosa*. Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Chusquea tessellata*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado NW, a ca. 10 m del margen, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3805 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Tambor, costado SW, a ca. 55 m del margen, 3817 m; vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 560 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3516 m.

Fisionomía y composición: Chuscales-matorrales de *Chusquea tessellata* con *Pentacalia vernicosa* acompañadas por *Diplostephium revolutum*.

Ecología y distribución: Alrededores de la laguna El Tambor en planicies de desborde y fondos de pantano, y en inmediaciones de cursos principales de agua en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor.

5.8.4 Asociación Calamagrostio effusae-Chusqueetum tessellatae ass. nov.

Chuscal-pajonal húmedo de *Chusquea tessellata* y *Calamagrostis effusa*

Tabla 7, Anexo 6/ Fotografías 51 a 52

Holotipus: levantamiento DC106, *hoc loco*

Especies características: *Baccharis tricuneata*, *Espeletia conglomerata*, *Rhynchospora aristata*.

Especies compartidas con valores significativos de presencia: *Calamagrostis effusa*, *Chusquea tessellata*, *Cortaderia columbiana*, *Arcytophyllum muticum*, *Carex jamesonii*.

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Salado, costado SW, a ca. 20-26 m del margen, 3461-3463 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Salado, costado WSW, sobre pie de ladera a ca. 20 m del margen, 3468 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Tambor, costado ENE, a ca. 30 m del margen, 3804 m; *ibid.*, En la base del ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor, al NE de la laguna, próximo a la entrada de la quebrada El Salado en la terraza, bajo caídas de agua sobre grandes rocas, 3617 m; *ibid.*, Márgenes de la quebrada El Salado, en planicie a ca. 161 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3473 m.

Fisionomía y composición: Chuscal-pajonal húmedo de *Chusquea tessellata* y *Calamagrostis effusa* con tapetes de *Sphagnum angustifolium* acompañados por hierbas de *Rhynchospora aristata* y *Cortaderia columbiana*, rosetas acaules de *Espeletia conglomerata* y musgos de *Caliergonella cuspidata*.

Ecología y distribución: Alrededores de lagunas sobre planicies de desborde y pies de ladera colindantes, márgenes y planicies aledañas a corrientes de agua, y fondos de pantanos.

5.9 OTRAS COMUNIDADES DE CHUSCALES DE TURBERAS CON CHUSQUEA TESSELLATA

5.9.1 Comunidad de Carex jamesonii, Carex chordalis y Calamagrostis recta con Hypericum juniperinum

Pajonales de *Carex jamesonii*, *Carex chordalis* y *Calamagrostis recta* con *Hypericum juniperinum*

Tabla 7, Anexo 6/ Fotografía 53

Levantamientos: DC102, RS107, RS108

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Lircha: Alrededores de la laguna El Tambor, costado W, a ca. 40 m del margen, 3811 m; *ibid.*, Alrededores de la laguna El Tambor, costado WSW, a ca. 32 m del margen,

3811 m; vereda Presidente: En la sección superior del ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor, ca. 180 m al NNE del margen de la laguna, 3793 m.

Fisionomía y composición: Pajonales de *Carex jamesonii*, *Carex chordalis* y *Calamagrostis recta* con arbustillos de *Hypericum juniperinum* acompañadas por *Chusquea tessellata* y *Senecio leucanthemoides*.

Ecología y distribución: Se encuentran presentes en alrededores de la laguna El Tambor sobre planicies de desborde próximos a morrenas, y en la sección superior del ascenso entre la terraza pantanosa y la laguna El Tambor. Conforman núcleos de colonización herbácea dispersos en sectores abiertos muy húmedos con poca inclinación.

5.9.2 Comunidad de *Chusquea tessellata* con *Oritrophium peruvianum* y *Werneria pygmaea*

Chuscales enanos de *Chusquea tessellata* con *Oritrophium peruvianum* y *Werneria pygmaea*

Tabla 7, Anexo 6/ Fotografía 54

Levantamiento: DC075

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Tambor, costado N, sobre ladera rocosa en la periferia de la cubeta glaciar, en límites entre las veredas Lircha y Presidente, 3806 m.

Fisionomía y composición: Chuscales enanos de *Chusquea tessellata* con rosetas de *Oritrophium peruvianum* y *Werneria pygmaea* acompañadas por *Geranium foreroi*.

Ecología y distribución: Alrededores de la laguna El Tambor en sectores rocosos de morrenas con pendiente moderada dispuestas hacia la periferia de la cubeta glaciar.

5.10 MATORRALES DE TURBERAS

5.10.1 Comunidad de *Diplostephium revolutum* con *Calliergonella cuspidata*

Vegetación

Tabla 8, Anexo 6/ Fotografía 54

Levantamientos: DC107, DC115

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la laguna El Salado, costado SW, a ca. 28-56 m del margen, 3461-3462 m.

Fisionomía y composición: Matorrales turbosos de *Diplostephium revolutum* con tapetes de *Calliergonella cuspidata* acompañada por *Arcytophyllum muticum* y *Sphagnum angustifolium*.

Ecología y distribución: Se presenta sobre planicies de desborde de la laguna El Salado.

5.11 ROSETALES SECOS

5.11.1 Asociación *Acaeno cylindristachyae-Plantaginetum sericeae* Cleef 1981

Rosetales rasantes secos de *Plantago sericea* con *Acaena cylindristachya* y *Aciachne pulvinata*

Tabla 8

Localidades geográficas: Departamento Santander, municipio Cerrito, vereda Corral Falso: Sitio El Cardón, valle del río Angosturas, en límites con la vereda Boyagá, 3425 m; *ibid.*, Valle de la quebrada Angosturas, alrededores de afluente que desciende desde las lagunas Coloradas (El Tatal), 3825-3890 m. *Otras localidades:* Páramo de Guantiva, Parques Nacionales Naturales Pisba y Sierra Nevada del Cocuy (Cleef 1981).

Fisionomía y composición: Rosetales rasantes secos de *Plantago sericea* con *Acaena cylindristachya* y *Aciachne pulvinata* acompañadas por *Pernettya prostrata*, briofitas de *Gongylanthus liebmannianus* y *Stephaniella paraphyllina*, y diversos elementos de cobertura reducida.

Ecología y distribución: Presente en sectores secos abiertos del valle de la quebrada Angosturas sometidos a alteración por pastoreo intensivo (Cleef 1981).

5.12 MATORRALES ENANOS-FRAILEJONALES

5.12.1 Comunidad de *Hypericum mexicanum*, *Espeletia conglomerata* y *Carex jamesonii*

Matorrales enanos-frailejonaes de *Hypericum mexicanum*, *Espeletia conglomerata* y *Carex jamesonii*

Tabla 8, Anexo 6/ Fotografía 55

Levantamiento: DC124

Localidades geográficas: Departamento Norte de Santander, municipio Chitagá, corregimiento Presidente, vereda Presidente: Alrededores de la quebrada El Salado, en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, a ca. 596 m al WSW del punto de entrada de la quebrada a la laguna El Salado, 3527 m.

Fisionomía y composición: Matorrales enanos-frailejonesales con arbustillos de *Hypericum mexicanum*, rosetas acaules de *Espeletia conglomerata* y macollas de *Carex jamesonii* acompañadas por hierbas rasantes de *Acaena ovalifolia*.

Ecología y distribución: Alrededores de cursos principales de agua en el ascenso a la terraza pantanosa entre las lagunas El Salado y El Tambor, propios de la transición con los frailejonesales y matorrales zonales propios de las laderas abiertas, en sectores donde predominan formas achaparradas acaulescentes y arbustos.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Tabla 8. Composición florística de la vegetación de matorrales de turbera, rosetales secos y matorrales enanos-frailejonales de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

Asociación / Comunidad	D.r.-C.c.		A.-Plantaginatum			H.m.-E
	3462	3461	3425	3825	3890	3527
Elevación (m)	S	S	VA	VA	VA	ATr
Sector *	15	10	2	4	4	18
Área (m ²)	8	7	7	19	17	10
No. Especies	DC15	DC17	AC553	AC564	AC568	DC124
Levantamiento						
Especies asociadas a la comunidad de <i>D. revolutum</i> con <i>C. cuspidata</i>						
<i>Calliergonella cuspidata</i>	60	15	-	-	-	-
<i>Diplostephium revolutum</i>	5	25	-	-	-	-
<i>Sphagnum angustifolium</i>	30	-	-	-	-	-
<i>Arcytophyllum muticum</i>	20	-	-	-	-	-
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	-	20	-	-	-	-
<i>Cortaderia columbiana</i>	-	10	-	-	-	-
<i>Rhynchospora aristata</i>	-	10	-	-	-	-
<i>Greigia</i> sp.	5	-	-	-	-	-
<i>Paepalanthus pilosus</i>	2	-	-	-	-	-
<i>Pentacalia abietina</i>	2	-	-	-	-	-
<i>Cerastium arvense</i>	-	1	-	-	-	-
<i>Geranium sibbaldoides</i>	-	1	-	-	-	-
Especies de la asociación <i>Acaeno-Plantaginatum sericeae</i>						
<i>Acaena cylindristachya</i>	-	-	5	2	1	3
<i>Plantago sericea</i>	-	-	70	60	80	-
<i>Aciachne pulvinata</i>	-	-	2	2	1	-
<i>Castilleja fissifolia</i>	-	-	1	1	-	-
<i>Lecidea</i> sp.	-	-	1	1	-	-
<i>Gongylanthus liebmannianus</i>	-	-	-	10	10	-
<i>Stephaniella paraphyllina</i>	-	-	-	5	1	-
<i>Campylopus</i> sp.	-	-	-	1	2	-
<i>Hypericum cardonae</i>	-	-	-	1	1	-
<i>Oxalis</i> sp.	-	-	-	1	1	-
<i>Polytrichum juniperinum</i>	-	-	-	1	1	-
<i>Siphula pteruloides</i>	-	-	-	1	1	-
<i>Stereocaulon ramulosum</i>	-	-	-	1	1	-
<i>Pernettya prostrata</i>	-	-	-	10	-	-
<i>Agrostis exasperata</i>	-	-	1	-	-	-
<i>Danthonia secundiflora</i>	-	-	1	-	-	-
<i>Bryum</i> sp.	-	-	-	1	-	-
<i>Cladia aggregata</i>	-	-	-	1	-	-
<i>Leptodontium pungens</i>	-	-	-	1	-	-
<i>Paepalanthus karstenii</i>	-	-	-	1	-	-
<i>Entosthodon lindigii</i>	-	-	-	-	5	-
<i>Agrostis breviculmis</i>	-	-	-	-	2	-
<i>Dictyonema glabratum</i>	-	-	-	-	1	-
<i>Lachemilla</i> sp.	-	-	-	-	1	-
<i>Luzula racemosa</i>	-	-	-	-	1	-
Especies asociadas com. <i>H. mexicanum</i>, <i>E. conglomerata</i> y <i>C. jamesonii</i>						
<i>Hypericum mexicanum</i>	-	-	-	-	-	30
<i>Acaena ovalifolia</i>	-	-	-	-	-	20
<i>Breutelia chrysea</i>	-	-	-	-	-	15
<i>Carex jamesonii</i>	-	-	-	-	-	15
<i>Espeletia conglomerata</i>	1	-	-	-	-	13
<i>Lysipomia laciniata</i>	-	-	-	-	-	10
<i>Agrostis trichodes</i>	-	-	-	1	-	7
<i>Lachemilla orbiculata</i>	-	-	-	-	-	2

Sectores: S - Lag. El Salado / ATr - Asc. terraza pantanosa / VA - V. Angosturas // Cob (%)

CAPITULO VI.



Vista panorámica de la terraza pantanosa desde la Laguna El Tambor.

6. DISCUSIÓN

6.1 ASPECTOS GENERALES

El presente trabajo establece un aporte primordial al conocimiento de la vegetación asociada a la hidroserie en humedales altoandinos de la cordillera Oriental, en su ubicación más septentrional, antes de ingresar a la cordillera de Mérida en Venezuela. En su conjunto, las 180 parcelas consideradas en la presente investigación representan la única información de vegetación disponible a la fecha para la alta montaña de Almorzadero, con especial énfasis en los valles circundantes al cerro Piedra Molino, el punto más elevado en esta zona de los Andes. A su vez, los levantamientos efectuados como parte del Proyecto corresponden a la única información levantada a la fecha en el gradiente paramuno del flanco Noreste del macizo.

Está claro que interpretar la sutil pero compleja dinámica de estos lugares es una labor titánica debido a la heterogeneidad de ambientes y condiciones ambientales de todo tipo que afectan directamente el establecimiento de las diferentes unidades de vegetación. Ya anteriormente se ha descrito la compleja ubicación en términos geológicos y geomorfológicos de cumbres tropicales en complejos paramunos y las variables que influyen en la instalación de las unidades de vegetación propias de estos ambientes. Este trabajo constituye un acercamiento a escala más local y detallada de las diversas condiciones en términos de la vegetación que se pueden encontrar a estos niveles de detalle y que distan enormemente del comportamiento de las unidades zonales conocidas ampliamente por la ciencia Colombiana en ambientes de paramo de zonas mejor drenadas.

Variables como el régimen de vientos, la estructura del complejo edificio glaciar con sus morfologías características que transforma estos sistemas lagunares en verdaderas islas dentro de las enormes áreas ya aisladas de por sí, que conforman la alta montaña tropical, los regímenes de precipitaciones que influyen directamente en los aumentos o disminuciones de los niveles de los cuerpos de agua y en la dinámica y composición de los drenajes superficiales asociados a los mismos, determinan unas condiciones de competencia muy marcadas que hacen muy difícil establecer con exactitud el comportamiento de los diferentes ensambles de vegetación.

No obstante, el esfuerzo de muestreo y la posibilidad de abordar la zona de estudio en épocas distintas a través de varios años, ofrece al final de este trabajo un espectro general muy afinado de lo que se puede encontrar en este tipo de lugares que se comportan al ritmo de los cambios que se establecen en la hidroserie manteniendo así un equilibrio dentro del caos en la carrera por colonizar o no determinadas áreas. A su vez los drenajes superficiales que circundan el circo glaciar establecen verdaderos microhabitats que terminan expresando en pequeñas áreas esos mismos niveles de competencia que se expresan a escala de todo el humedal.

6.2 REPRESENTATIVIDAD FLORÍSTICA

La flora de los humedales evaluados en el sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas están representados por 325 morfoespecies y 234 especies plenamente identificadas reunidas en 85 familias y 186 géneros. El grupo más representativo es el de las Angiospermas, las cuales reúnen el 61% de las familias, el 79.6% de los géneros, 85.9% de las especies y 82.5% de las morfoespecies, seguido por los musgos con el 14.1% de las familias, 8.6% de los géneros, 7.3% de las especies y 7.7% de las morfoespecies (Tabla 9).

Tabla 9. Riqueza de los grupos florísticos observados en los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

Total	Familias		Géneros		Especies		Morfoespecies	
	No	%	No	%	No	%	No	%
	85		186		234		325	
Angiospermas	52	61.2	148	79.6	201	85.9	268	82.5
Musgos	12	14.1	16	8.6	17	7.3	25	7.7
Helechos	8	9.4	8	4.3	7	3.0	13	4.0
Hepáticas	7	8.2	8	4.3	5	2.1	9	2.8
Líquenes	6	7.1	6	3.2	4	1.7	8	2.5
Hongos	-	-	-	-	-	-	1	0.3
Algas	-	-	-	-	-	-	1	0.3

Las familias más ricas en géneros, especies y morfoespecies son Asteraceae (29 – 15.6% / 43 – 18.4% / 51 – 15.7%), Poaceae (24 – 12.9% / 26 – 11.1% / 40 – 12.3%) y Cyperaceae (8 – 4.3% / 17 – 7.3% / 21 – 6.5%) (Tabla 10). Los géneros más ricos en especies y morfoespecies son *Lachemilla* (11 – 5.1% / 12 – 3.4%), *Hypericum* (7 – 3.4% / 8 – 2.2%), *Carex* (6 – 3.0% / 7 – 1.8%) y *Senecio* (6 – 2.6% / 6 – 1.8%) (Tabla 11).

De las 325 morfoespecies censadas en la presente investigación, 266 están representadas en las parcelas (81.8%), 223 presentan ejemplares bajo custodia en herbarios (68.6%), y 57 presentaron además recolectas que posteriormente fueron descartadas por aspectos principalmente fenológicos (17.5%). 15 morfoespecies estuvieron representadas únicamente por ejemplares descartados (4.6%). Una lista detallada de las especies observadas en el área de estudio (observadas en las parcelas, recolectadas y efectivamente depositadas en herbarios) puede consultarse en el Anexo 5.

Tabla 10. Familias más ricas observadas en los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

Familias	No. Géneros	No. Especies	No. Morfoespecies
Asteraceae	29	43	51
Poaceae	24	26	40
Cyperaceae	8	17	21
Rosaceae	6	15	18
Hypericaceae	1	7	8
Apiaceae	5	6	9
Gentianaceae	4	6	8
Juncaceae	3	6	7
Plantaginaceae	4	6	6
Melastomataceae	4	5	6
Ranunculaceae	1	5	6
Rubiaceae	4	5	6
Bartramiaceae	1	4	4
Geraniaceae	1	4	5
Isoetaceae	1	4	4
Calceolariaceae	1	3	3
Caprifoliaceae	1	3	4
Eriocaulaceae	1	3	4
Onagraceae	3	3	4
Orobanchaceae	2	3	4
Sphagnaceae	1	3	4

Tabla 11. Géneros más ricos observados en los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

Géneros	No. Especies	No. Morfoespecies
<i>Lachemilla</i>	11	12
<i>Hypericum</i>	7	8
<i>Carex</i>	6	7
<i>Senecio</i>	6	6
<i>Agrostis</i>	5	6
<i>Calamagrostis</i>	5	6
<i>Ranunculus</i>	5	6
<i>Baccharis</i>	4	4
<i>Breutelia</i>	4	4
<i>Diplostephium</i>	4	4
<i>Geranium</i>	4	5
<i>Isoetes</i>	4	4
<i>Juncus</i>	4	5
<i>Pentacalia</i>	4	5
<i>Calceolaria</i>	3	3
<i>Eleocharis</i>	3	4
<i>Galium</i>	3	3
<i>Paepalanthus</i>	3	4
<i>Plantago</i>	3	3
<i>Sphagnum</i>	3	4
<i>Valeriana</i>	3	4

6.3 ESQUEMA SINTAXONÓMICO

La propuesta planteada en la presente investigación comprende 29 asociaciones y cuatro subasociaciones reunidas en cinco clases, cinco órdenes y diez alianzas, identificándose además 45 comunidades independientes o relacionadas con las unidades sintaxonómicas identificadas. Representan en total 98 unidades y comunidades (33 unidades básicas, 20 unidades superiores, 45 comunidades) que describen las relaciones florísticas, estructurales y ecológicas de los humedales del área de estudio a diferentes escalas del paisaje.

La metodología fitosociológica que parte del conocimiento de las especies y las comunidades vegetales resultó ser en este caso una herramienta primordial para identificar las diferentes combinaciones que se pueden encontrar en las diferentes etapas de la transición o hidroserie caracterizadas por las unidades sintaxonómicas y las comunidades descritas en detalle en el capítulo V, desde las zonas de carácter más acuático hasta el inicio de las comunidades de zonas más drenadas que constituyen la vegetación zonal.

Ha sido de vital importancia poder comparar los datos obtenidos en esta investigación con todos los muestreos presentes en la zona obteniendo así el espectro completo de posibilidades de agrupación a la fecha. Creemos que la diferencia en cuando a la organización propuesta por Cleef (1979) corresponde precisamente a que sus inventarios fueron tomados en el flanco opuesto más seco, sometido a otras condiciones de exposición al régimen de vientos y la consecuente distribución regional de la humedad. Los respectivos conjuntos de parcelas se apartaron reiterativamente desde un comienzo, evidenciando la existencia de diferencias florísticas significativas frente a las comunidades propias de los humedales del sector de Presidente.

El esquema sintaxonómico planteado para la vegetación de los humedales del área de estudio se resume en los Cuadro 1 a Cuadro 5.

Cuadro 1. Esquema sintaxonómico y comunidades asociadas para la vegetación acuática y de riberas rocosas de los humedales altoandinos del sector de Presidente, páramo de Almorzadero (Norte de Santander, Colombia)

Vegetación acuática lacustre y reofítica

- Potametea pectinati* Klika in Klika & Novák 1941
- Nymphaeetalia amplae* Knapp 1964 ex Borhidi, Muñiz & del Risco (1979) 1983
- Potamion illinoensis* Borhidi 1996
- Callitricho nubigenae-Myriophylletum quitensis* (hoc loco)
- Potametum pusilli* (hoc loco)

- Littorelletea uniflorae* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946
- Littorelletalia uniflorae* Koch 1926
- Ditricho submersi-Isoetion* Cleef 1981 *nom. inval.*
- Isoetetum karstenii* Cleef 1981
- typicum* Cleef 1981
- Isoetetum palmeri* Cleef 1981
- Junco cyperoidis-Isoetetum novo-granadensis* (hoc loco)

Otras comunidades reofíticas

Com. *Elatine* sp. (*hoc loco*)
Com. *Equisetum bogotense* Cleef 1981
Com. *Juncus cyperoides* (*hoc loco*)

Vegetación de riberas rocosas

Com. *Azorella crenata* (*hoc loco*)
Com. *Paepalanthus pilosus* (*hoc loco*)

Cuadro 2 Esquema sintaxonómico y comunidades asociadas para la vegetación anfibia y de ribera de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

Vegetación anfibia y de ribera

Limoselletea Cleef 1981 *nom. nud.*

Tillaeetalia Cleef 1981 *nom. nud.*

Tillaeion paludosae Cleef 1981 *nom. inval.*

Crassulo venezuelensis-Ranunculetum limoselloidis (*hoc loco*)

Com. *Limosella australis* Cleef 1981

Ranunculo limoselloidis-Cotulion mexicanae (*hoc loco*)

Breutelio chryseae-Muhlenbergietum ligularis (*hoc loco*)

Breutelio integrifoliae-Caricetum pichinchensis (*hoc loco*)

Cotulo mexicanae-Caricetum jamesonii (*hoc loco*)

Cotulo mexicanae-Eleocharitetum acicularis (*hoc loco*)

Lachemilla mandoniana-Caricetum chordalidis (*hoc loco*)

Paspalo bonplandiani-Caricetum bonplandii (*hoc loco*)

Com. *Acmella repens* y *Calliargonella cuspidata* con *Ranunculus limoselloides* (*hoc loco*)

Com. *Calliargonella cuspidata* con *Cotula mexicana* y *Oreomyrrhis andicola* (*hoc loco*)

Com. *Callitriche* cf. *nubigena* y *Ranunculus limoselloides* Cleef 1981

Com. *Cotula mexicana* con *Hypochaeris sessiliflora* y *Eryngium humile* (*hoc loco*)

Com. *Cotula mexicana* y *Xyris subulata* con *Isoetes palmeri* (*hoc loco*)

Com. *Equisetum bogotense* y *Marchantia chenopoda* (*hoc loco*)

Com. *Isoetes boyacensis* Cleef 1981

Com. *Isoetes novo-granadensis*, *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides* (*hoc loco*)

Com. *Lachemilla mandoniana* con *Potentilla heterosepala* y *Breutelia chrysea* (*hoc loco*)

Com. *Lachemilla orbiculata* con *Cotula mexicana* y *Agrostis perennans* (*hoc loco*)

Com. *Ranunculus limoselloides* con *Drepanocladus aduncus* y *Cotula mexicana* (*hoc loco*)

Com. *Ranunculus limoselloides*, *Myriophyllum quitense* y *Eleocharis acicularis* (*hoc loco*)

Com. *Sphagnum angustifolium* con *Ranunculus limoselloides* y *L. mandoniana* (*hoc loco*)

Clase – Orden *Incertae sedis*

Eleocharito acicularis-Erythranthion glabratae (*hoc loco*)

Eleocharito acicularis-Cardaminetum bonariensis (*hoc loco*)

Eleocharito acicularis-Ranunculetum flagelliformis (*hoc loco*)

Com. *D. hirsuta* con *Bidens andicola*, *Equisetum bogotense* y *Erythranthe glabrata* (*hoc loco*)

Com. *Erythranthe glabrata* y *Vulpia* sp. (*hoc loco*)

Com. *Xyris subulata* y *Calliargonella cuspidata* con *Erythranthe glabrata* (*hoc loco*)

Otras comunidades anfibia y de ribera

Com. *Lachemilla mandoniana* y *Plantago australis* (*hoc loco*)

Com. *Lysipomia sphagnophila*, *R. aristata* y *Solenostoma* sp. con *L. galioides* (*hoc loco*)

Cuadro 3. Esquema sintaxonómico y comunidades asociadas para la vegetación de prados y tapetes vasculares y de briofitas de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

Vegetación de prados y tapetes vasculares

Plantagini rigidae-Distichietea muscoidis Rivas-Martínez & Tovar 1982

Oritrophio limnophili-Wernerietalia pygmaeae Cleef 1981

Wernerion crasso-pygmaeae Cleef 1981

Carici pichinchensis-Wernerietum pygmaeae (hoc loco)

Oritrophio limnophili-Wernerietum pygmaeae Cleef 1981

cotuletosum minutae Cleef 1981

typicum Cleef 1981

Com. *Carex jamesonii* y *C. chordalis* con *Werneria pygmaea* (hoc loco)

Com. *Cotula mexicana* y *Werneria pygmaea* con *Isolepis cernua* (hoc loco)

Com. *Eleocharis acicularis* y *Carex confertospicata* con *Werneria pygmaea* (hoc loco)

Gentiano sedifoliae-Oritrophion limnophili Cleef 1981 nom. inval.

Floscaldasio hypsophilae-Distichietum muscoidis Cleef 1981

Hyperico lancioideis-Plantaginetum rigidae Cleef 1981

gentianelletosum nevadensis Cleef 1981

Lachemillo mandoniana-Plantaginion rigidae (hoc loco)

Cotulo mexicana-Plantaginetum rigidae (hoc loco)

Lachemillo mandoniana-Ranunculetum limoselloideis (hoc loco)

Com. *Breutelia chrysea* y *Lachemilla mandoniana* con *Plantago rigida* (hoc loco)

Otras comunidades de prados, tapetes y cojines vasculares de turberas

Muhlenbergietum fastigiatae Cleef 1981

Plantagini australis-Azorelletum multifidae (hoc loco)

Com. *Carex chordalis* y *Calliergonella cuspidata* con *S. anthemifolius* y *L. mutisii* (hoc loco)

Vegetación de prados de briofitas

Com. *Calliergonella cuspidata* con *Isoetes karstenii* y *Callitriche nubigena* (hoc loco)

Com. *Calliergonella cuspidata* y *Breutelia chrysea* con *Dumortiera hirsuta* (hoc loco)

Com. *Campylopus arctocarpus* y *Bidens andicola* (hoc loco)

Com. *Marchantia chenopoda* con *Hydrocotyle bonplandii* y *Epilobium denticulatum* (hoc loco)

Com. *Polytrichum juniperinum* (hoc loco)

Com. *Sibthorpia repens*, *Breutelia chrysea* y *Rhacocarpus purpurascens* (hoc loco)

Com. *Sphagnum magellanicum* con *Pentacalia ledifolia* y *Ageratina tinifolia* (hoc loco)

Cuadro 4. Esquema sintaxonómico y comunidades asociadas para la vegetación de pajonales y pastizales húmedos, chuscales y matorrales de turberas de los humedales altoandinos del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

<p>Vegetación de pajonales y pastizales húmedos</p> <p><i>Plantaginetea australis</i> Gutte 1986 <i>Marchantio plicatae-Epilobietalia</i> Cleef 1981 <i>nom. inval.</i> <i>Calamagrostion ligulatae</i> Cleef 1981 Com. <i>Calamagrostis ligulata</i>, <i>Drepanocladus aduncus</i> y <i>Calliergonella cuspidata</i> (<i>hoc loco</i>)</p> <p>Otras comunidades de pajonales y pastizales húmedos Com. <i>Agrostis trichodes</i>, <i>Poa annua</i> y <i>Paspalum bonplandianum</i> (<i>hoc loco</i>) Com. <i>Calamagrostis effusa</i> con <i>Ranunculus limoselloides</i> (<i>hoc loco</i>) Com. <i>Calamagrostis recta</i>, <i>Hypericum juniperinum</i> y <i>Geranium santanderiense</i> (<i>hoc loco</i>) Com. <i>Calamagrostis viridiflavescens</i> (<i>hoc loco</i>)</p> <p>Vegetación de chuscales de turberas</p> <p>Clase – Orden <i>Incertae sedis</i> <i>Gynoxyo baccharoidis-Chusqueion tessellatae</i> (<i>hoc loco</i>) <i>Cortaderio columbianae-Chusqueetum tessellatae</i> (<i>hoc loco</i>) <i>Miconio salicifoliae-Chusqueetum tessellatae</i> (<i>hoc loco</i>)</p> <p>Clase – Orden – Alianza <i>Incertae sedis</i> <i>Calamagrostio effusae-Chusqueetum tessellatae</i> (<i>hoc loco</i>) <i>Calliergonello cuspidatae-Chusqueetum tessellatae</i> (<i>hoc loco</i>) <i>Diplostephietum revoluti</i> Cleef 1981 <i>Pentacalio vernicosae-Chusqueetum tessellatae</i> (<i>hoc loco</i>)</p> <p>Otras comunidades de chuscales de turberas con <i>Chusquea tessellata</i> Com. <i>Carex jamesonii</i>, <i>Carex chordalis</i> y <i>Calamagrostis recta</i> con <i>H. juniperinum</i> (<i>hoc loco</i>) Com. <i>Chusquea tessellata</i> con <i>Oritrophium peruvianum</i> y <i>Werneria pygmaea</i> (<i>hoc loco</i>)</p> <p>Vegetación de matorrales de turberas</p> <p>Com. <i>Diplostephium revolutum</i> con <i>Calliergonella cuspidata</i> (<i>hoc loco</i>)</p>
--

Cuadro 5. Esquema sintaxonómico y comunidades asociadas para la vegetación de rosetales secos y matorrales enanos-frailejonales del sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas, páramo de Almorzadero (Norte de Santander-Santander, Colombia)

<p>Vegetación de rosetales secos</p> <p>Clase – Orden – Alianza <i>Incertae sedis</i> <i>Acaeno cylindristachyae-Plantaginetum sericeae</i> Cleef 1981</p> <p>Vegetación de matorrales enanos-frailejonales</p> <p>Com. <i>Hypericum mexicanum</i>, <i>Espeletia conglomerata</i> y <i>Carex jamesonii</i> (<i>hoc loco</i>)</p>
--

6.4 SUCESIÓN Y ALTERACIÓN

El presente trabajo ha permitido conocer y corroborar a través del estudio de las comunidades vegetales los actores presentes en cada etapa de la hidroserie y sus diferentes posibilidades de organización. Los patrones identificados pueden resumirse de esta manera empezando por las zonas de borde de lagunas y terminado en las áreas mejor drenadas:

En las zonas cercanas a los bordes de lagunas se establecen representantes de la alianza *Potamion illinoensis* caracterizada por asociaciones como *Potametum pusilli Callitricho nubigenae-Myriophylletum quitensis*, sintaxones característicos de bordes de lagunas y ambientes reofíticos sujetos a inundación constante. Cuando el nivel del espejo de agua disminuye, en los márgenes y planicies de inundación quedan expuestas estructuras de individuos de *Myriophyllum quitense*, las cuales se degradan y aportan a la acumulación de biomasa. En contraste, también quedan al descubierto individuos de especies de *Isoetes* típicos de orillas con aguas someras, los cuales logran persistir hasta la expansión del espejo de agua durante la siguiente temporada lluviosa, llegando a formar parte de comunidades estacionales de prados que se desarrollan rápidamente en estos sectores, aunque sensiblemente afectados en su follaje. Ante el desarrollo de actividades de pastoreo, se observaron incluso ejemplares de *Isoetes* ramoneados por el ganado caprino en los sectores turbosos más firmes.

Siguiendo en orden de aparición se encuentran los integrantes de la alianza *Ditricho submersi-Isoetion* que hallan su óptimo en ambientes sumergidos de corrientes menores. Esta vegetación se establece como un indicador muy fuerte de este tipo de ambientes y logra incluso resistir periodos marcados de disminución de los drenajes superficiales. En los muestreos en campo se han encontrado en zonas más afines a la vegetación anfibia y de rivera. Cleef (1981) observó estas comunidades como parte también de unidades compuestas por *Ranunculus*. Este tipo de organización se reemplaza simultáneamente con otras comunidades reofíticas como son: *Elatine* sp. *Equisetum bogotense* y *Juncus cyperoides*.

En términos muy generales estas comunidades compiten de manera más evidente y agresiva a una escala espacio temporal mucho menor. Basta que el nivel de una de las lagunas aumente para que las comunidades acuáticas prosperen sobre aquellas que están más asociadas a la transición en zonas de rivera o una temporada seca de algunas semanas para que en los bordes de las cubetas se establezcan las macrofitas que aprovechan el sustrato y los sedimentos de la descomposición de las primeras. Los sustratos en general son turbosos, marrón oscuro, con profundidades superiores a los 100-120 cm. Los aumentos del nivel del agua facilitan el establecimiento de especies higrófilas en las orillas y planicies de desborde, desarrollándose diferentes mosaicos de prados inundables con matrices de *Cotula mexicana*, especies de *Ranunculus* (*R. limoselloides*, *R. flagelliformis*) y diversos musgos como *Calliergonella cuspidata* y especies de *Sphagnum*. Estos también se presentan conformando la matriz rasante de prados en la terraza pantanosa y en pequeñas planicies muy húmedas a lo largo del ascenso hacia la laguna El Tambor.

Un dato muy interesante que surge de esta investigación es la aparición de comunidades de riberas rocosas en la laguna del Tambor. Estas comunidades se establecen formando tapetes muy finos sobre rocas que están sujetas a dinámicas de inundación en bordes de ladera junto al lago, representantes de esta unidad son las comunidades de *Azorella crenata* y *Paepalanthus pilosus*.

Luego tenemos la vegetación anfibia y de rivera que conforma la alianza *Tillaeion paludosae* caracterizada por la asociación *Crassulo venezuelensis-Ranunculetum limoselloidis* que continua estando ligada a zonas muy encharcadas en diferentes ambientes a lo largo de la zona de estudio.

Siguiendo en esta tenencia a lo más húmedo encontramos a los representantes de la Alianza *Ranunculo limoselloidis-Cotulion mexicanae* con su asociación de *Lachemilla mandoniana-Caricetum chordalidis*, típicos de la laguna del Tambor hacia los 3800 metros en zonas de inundación frecuente, relacionada con los aumentos de nivel del espejo de agua acompañados por integrantes de la asociación *Cotulo mexicanae-Eleocharitetum acicularis* muy emblemática de los bordes de las tres lagunas. Sintaxones de esta misma asociación son frecuentes en áreas de pantano bastante encharcadas como el caso de la asociación *Breutelio chryseae-Muhlenbergietum ligularis* y en zonas de borde de la quebrada El Salado y la terraza pantanosa como las asociaciones de *Breutelio integrifoliae-Caricetum pichinchensis* y *Paspalo bonplandiani-Caricetum bonplandii*.

Otra variante interesante de la alianza *Ranunculo limoselloidis-Cotulion mexicanae* está representada por las comunidades de *Acmella repens* y *Calliergonella cuspidata* con *Ranunculus limoselloides* que se establecen en los bordes de la laguna Comagueta. En los márgenes opuestos se observan sustratos más turbosos, sectores donde se llevan a cabo actividades permanentes de pastoreo caprino y ovino e intervención antrópica asociadas a las dinámicas de incremento y disminución del espejo de agua, aprovechando la facilidad de acceso por el descenso del nivel de la laguna en épocas secas. De esta forma, las turberas experimentan procesos de compactación y terrización más rápidos propiciados por el pisoteo y los aportes de materia orgánica.

Aun en las zonas pantanosas y relacionadas con márgenes de quebrada se establece en relación con la alianza *Ranunculo limoselloidis-Cotulion mexicanae*, comunidades de *Equisetum bogotense* y *Marchantia chenopoda* y *Lachemilla mandoniana* con *Potentilla heterosepala* y *Breutelia chrysea*. En esta alianza se agrupan importantes combinaciones que ocupan lugares característicos de la hidroserie que han sido bien identificados en el presente estudio y que pueden ser estudiados a profundidad en el capítulo V.

Siguiendo en la línea de lo más húmedo a lo más drenado encontramos las comunidades de la alianza *Eleocharito acicularis-Erythranthion glabratae*, que también prefieren ambientes encharcados de bordes de laguna y se caracterizan por las asociaciones de *Eleocharito acicularis-Cardaminetum bonariensis*, *Eleocharito acicularis-Ranunculetum flagelliformis* y las comunidades de *Erythranthe glabrata* y *Vulpia sp.* Comunes en los bordes de la laguna El Salado. Integrantes de esta Alianza son protagonistas también en drenajes superficiales que dirigen su cauce a la quebrada que atraviesa el humedal compuestos por las comunidades de *Dumortiera hirsuta* con *Bidens andicola*, *Equisetum bogotense* y *Erythranthe glabrata*, en áreas de pendiente moderada con acumulación de charcas es normal encontrar las comunidades de *Xyris subulata* y *Calliergonella cuspidata* con *Erythranthe glabrata*.

Una de las áreas características del humedal corresponde a esas zonas de prados y tapetes vasculares de la alianza *Wernerion crasso-pygmaeae*. Esta vegetación es evidente en zonas encharcadas y está bien representada por la asociación *Carici pichinchensis-Wernerietum pygmaeae* y por las Comunidades de *Cotula mexicana* y *Werneria pygmaea* con *Isolepis cernua*. Eventualmente se presentan dos variantes de esta alianza en asocio con comunidades de *Carex* en zonas pantanosas de bordes de laguna caracterizadas por las comunidades de *Carex jamesonii* y *C. chordalis* con *Werneria pygmaea* y *Eleocharis acicularis* y *Carex confertospicata* con *Werneria pygmaea*.

Otra de las unidades muy representativas del humedal está compuesta por alianza *Lachemillo mandoniana-Plantaginion rigidae* que establece tapetes laxos en zonas de drenajes superficiales, cabe destacar que estas turberas en la zona de estudio no presentan los volúmenes en términos de biomasa que se reportan en otras áreas a manera de cojines no obstante, siguen siendo protagonistas esenciales en zonas de pantanos con gran porcentaje de humedad y establecen varias combinaciones a lo largo de la hidroserie como es el caso de las asociaciones *Cotula mexicana-Plantaginietum rigidae*, *Lachemillo mandoniana-Ranunculetum limoselloidis* y las comunidades de *Breutelia chrysea* y *Lachemilla mandoniana* con *Plantago rigida*.

Se destaca también en zonas de márgenes de quebrada la asociación *Plantagini australis-Azorelletum multifidae* que tapiza los bordes de la quebrada El Salado en zonas con cobertura cercana de chuscales.

Así mismo se identificó un patrón asociado a los prados de briofitas en márgenes de laguna representados por las comunidades de *Sphagnum magellanicum* con *Pentacalia ledifolia* y *Ageratina tinifolia*, *Calliergonella cuspidata* con *Isoetes karstenii* y *Callitriche nubigena* *Calliergonella cuspidata* y *Breutelia chrysea* con *Dumortiera hirsuta*.

Ya en zanjas de drenaje sobre zonas relativamente más planas pero bajo influencia de caudales menores, podemos encontrar las comunidades de *Marchantia chenopoda* con *Hydrocotyle bonplandii* y *Epilobium denticulatum* o también *Campylopus arctocarpus* y *Bidens andicola*

Posteriormente empiezan a encajar las unidades de zonas mejor drenadas dominadas por Poaceas que se agrupan en pastizales húmedos representados por las comunidades de *Agrostis trichodes*, *Poa annua* y *Paspalum bonplandianum*.

A este punto habiendo ya caracterizado las principales comunidades asociadas a la parte más húmeda de la hidroserie, aparece otra de las piezas importantes en el conjunto de las posibles combinaciones en el humedal, los Chuscales. Estos se distribuyen en varias condiciones y fueron agrupados dentro de la gran alianza *Gynoxyo baccharoidis-Chusqueion tessellatae*. Destacan en este grupo las asociaciones *Cortaderio columbianae-Chusqueetum tessellatae* que se pueden encontrar en los bordes de la quebrada El Salado. La asociación *Miconio salicifoliae-Chusqueetum tessellatae* muy predominante en zonas de borde de la laguna El Salado pero más relacionadas con áreas cercanas a la ladera.

En las zonas ubicadas en los fondos de la terraza pantanosa podemos encontrar combinaciones de *Chusquea tessellata* ligadas a la asociación *Diplostephietum revoluti* y otra organización con estrato rasante de briofitas que fue incluida como *Calliergonello cuspidatae-Chusqueetum tessellatae*.

Otra asociación muy característica que podemos encontrar en las zonas de terraza pantanosa en el ascenso hacia la laguna El tambor y en los pantanos aledaños a la misma laguna es *Pentacalio vernicosae-Chusqueetum tessellatae* que forma matorrales densos expuestos a dinámicas de inundación frecuente en áreas cercanas a bordes de laguna que además reciben aportes de corrientes superficiales que vienen del súper páramo.

Ya en los bordes de la laguna El tambor a más de 3800 m se presenta un tipo de agrupación que aunque sigue perteneciendo a bordes de laguna, se instala en los depósitos del final de una morrena, que les confiere un microhabitat especial, inmerso en la hidroserie pero que se comporta como un fragmento de vegetación zonal. Se evidencia entonces una vegetación del tipo Chuscal - Pajonal, pero a pocos metros de las áreas de inundación de la laguna el Tambor sobre zonas elevadas de morrenas. Se destaca allí la asociación *Calamagrostio effusae-Chusqueetum tessellatae*.

A este punto ya nos encontramos en las zonas de la hidroserie que empiezan a representar la transición hacia las zonas mejor drenadas y podemos encontrar allí otros chuscales de turbera caracterizados por las comunidades de *Carex jamesonii*, *Carex chordalis* y *Calamagrostis recta* con *Hypericum juniperinum*. Se destacan también en estas zonas las comunidades de *Chusquea tessellata* con *Oritrophium peruvianum* y *Werneria pygmaea*- *Diplostephium revolutum* con *Calliergonella cuspidata*.

Finalmente y como un indicador del fin de esta hidroserie encontramos las conexiones con las zonas mejor drenadas del Páramo medio donde empieza a aparecer la vegetación de matorrales enanos frailejonesales identificados por las comunidades de *Hypericum mexicanum*, *Espeletia conglomerata* y *Carex jamesonii*. En las laderas aledañas se desarrollan comunidades arbustivas a boscosas de hasta 6 m con *Myrsine dependens*, *Ageratina tinifolia*, *Gynoxys lindenii*, *Bacharis prunifolia*, *Monochaetum myrtoideum*, *Berberis densa* y especies de *Weinmannia* (*W. microphylla*, *W. fagaroides*), *Hesperomeles* (*H. ferruginea*, *H. latifolia*), *Miconia* (*M. salicifolia*, *M. buxifolia*) y *Cestrum*.

En conclusión esta investigación analizo y presentó de forma detallada un conjunto de datos que permite establecer las principales unidades de vegetación que se organizan en los diferentes modelos desde los ambientes más húmedos hasta las zonas mejor drenadas del humedal.

El número de levantamientos realizados nos permite considerar que tenemos una muestra representativa muy importante incorporada a una dinámica en el tiempo que permite establecer patrones en áreas de una gran complejidad donde las especies se encuentran sometidas a cambios drásticos que dependen entre otras variables de su posición dentro del complejo de paramo, la incidencia de los vientos en los diferentes sectores de la vertiente analizada, las características y la estacionalidad que afecta los drenajes superficiales entre otras.

6.5 ASPECTOS SINTAXONÓMICOS

Las comunidades acuáticas de *Potamogeton pusillus* y *Myriophyllum quitense* identificadas en las lagunas y corrientes de agua del área de estudio pertenecen a la clase cosmopolita *Potametea pectinati* Klika in Klika & Novák 1941, la cual reúne las formaciones de macrófitas perennes enraizadas, flotantes o sumergidas de aguas dulces lólicas y lénticas mesotróficas a eutróficas, ocasionalmente salobres (Biondi & Blasi 2015, Rivas-Martínez *et al.* 2001, Rodwell *et al.* 2002). Forman parte a su vez del orden *Nymphaeetalia amplae* Knapp 1964 ex Borhidi, Muñiz & del Risco (1979) 1983, el cual integra las formaciones acuáticas de Nymphaeaceae y *Myriophyllum* de América Central y del Sur (Galán de Mera 2005, Galán de Mera & Navarro 1992). Comunidades

altoandinas de este tipo han sido eventualmente vinculadas con el orden *Potametalia pectinati* Koch 1926 (= *Magnopotametalia* den Hartog & Segal 1964), de distribución esencialmente extratropical (Galán de Mera 2005).

De otro lado, Cleef (1981) señaló simultáneamente a “*Potamogeton asplundii*” Horn af Rantzien *ined.* (= *P. paramoanus* R.R. Haynes & Holm-Niels.) (Schmidt-Mumm 1994) y a *P. illinoensis* Morong como especies características de la alianza *Potameto-Myriophyllion elatinoidis*, sin designar claramente alguna de las dos para la conformación del nombre (Art. 3g), además propuso la unidad de forma provisional (Art. 3b), circunstancias que invalidan el nombre e impiden su posterior validación (Art. 6§1). Su condición transitoria fue confirmada posteriormente por autores como Cleef *et al.* (2008), quienes adoptaron tardíamente a *P. illinoensis* como la especie principal de *Potamogeton* para la formación del nombre, y actualizaron el nombre del sinónimo *Myriophyllum elatinoides* Gaudich a su forma aceptada *M. quitense* Kunth sin formalizar una solicitud de *nomen mutatum* de acuerdo con las regulaciones del CINF (Art. 45, 48e). Cleef (1981) y Rangel-Churio & Aguirre-Ceballos (1983) consideraron al *Potameto-Myriophyllion elatinoidis* Cleef 1981 *nom. inval.* y al *Myriophyllo elatinoidis-Potamion illinoensis* Rangel & Aguirre 1983 como vicariantes altitudinales; posteriormente Galán de Mera (2005) reconoció ambas propuestas como sinónimos de la alianza *Potamion illinoensis* Borhidi 1996, forma como se adopta en el presente trabajo. Las relaciones sintaxonómicas entre las comunidades altoandinas de *Potamogeton* y *Myriophyllum* se encuentran actualmente bajo evaluación (Pinto-Zárate *et al. en prep.*).

En cuanto a la vegetación acuática sumergida con especies de *Isoetes* identificada para la cordillera Oriental, Cleef (1981) reunió sus asociaciones propuestas como parte de la alianza *Ditricho submersi-Isoetion* Cleef 1981 *nom. inval.* (Art. 3g), indicando su relación sintaxonómica con otras comunidades similares de alta montaña del norte de los Andes. Aunque no definió su pertenencia a algún orden en particular, si se refirió a su ajuste parcial al interior del “Isoetetea Br.-Bl. 1937”, estableciendo diferencias florísticas y ecológicas respecto a la vegetación Austral-Antártica y de alta montaña Tropical del orden *Tillaeetalia* Cleef 1981 *nom. inval.* (Art. 3g), caracterizada por el predominio de especies de *Crassula* (*Tillaea*) acompañadas por elementos de *Ranunculus* y *Callitriche*. Éste fue subordinado a su vez a la clase *Limoselletea* Cleef 1981 *nom. nud.* (Art. 2b, 3b, 3g), formulada para integrar la vegetación de *Crassula* junto con otras comunidades afines con presencia significativa de especies de *Limosella* (Cleef 1981).

No se encontraron referencias sobre una clase propuesta por J. Braun-Blanquet en 1937 bajo el nombre de “Isoetetea”, por lo cual se considera que Cleef (1981) debió referirse al orden *Isoetetalia duriei* propuesto por el autor un año antes (Braun-Blanquet 1936), subordinada a su vez a la clase *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & Tüxen ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946, características

de formaciones pioneras anfibas de charcas estacionales en sectores inundables de la región Holártica (Biondi & Blasi 2015, Rivas-Martínez *et al.* 2001, Rodwell *et al.* 2002).

El autor se refirió también a la vicarianza existente entre la vegetación del *Limoselletea* Cleef 1981 *nom. nud.* y las formaciones asociadas a la clase *Littorelletea uniflorae* Br.-Bl. & Tüxen *ex* Westhoff, Dijk & Passchier 1946 (= *Isoeto-Littorelletea* Br.-Bl. & Vlieger *in* Vlieger 1937 *nom. rejic.*, Art. 35), típicas de comunidades perennes anfibas en ambientes oligotróficos Boreales de orillas y corrientes lentas (Biondi & Blasi 2015, Rivas-Martínez *et al.* 2001, Rodwell *et al.* 2002).

De otro lado, Cleef (1981) describió una comunidad de Isoetes boyacensis con presencia significativa de *Cotula mexicana* y *Ranunculus limoselloides*, conformando un patrón atípico de composición florística para la alianza *Ditricho submersi-Isoetion*. En el área de estudio se encontraron patrones similares, lo cual permite separarlo de dicha unidad e integrarlo a manera de comunidades asociadas a la alianza *Ranunculo limoselloidis-Cotulion mexicanae*.

Se prepara actualmente un tratamiento integral de la información de A.M. Cleef para la cordillera Oriental colombiana, incluyendo una actualización completa de los nombres botánicos y una revisión sintaxonómica respecto a otras propuestas recientes del autor (Cleef *et al.* 2008), acorde con los lineamientos vigentes del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica – CINF (Weber *et al.* 2000) y las recomendaciones de Izco-Sevillano y del Arco-Aguilar (2003) (Pinto y Rangel *en prep.*). Las relaciones florísticas entre las nuevas agrupaciones planteadas en la presente investigación y las propuestas sintaxonómicas formuladas en estudios anteriores requieren necesariamente comparaciones basadas en juegos de datos más amplios. Dicha evaluación se encuentra actualmente en desarrollo (Pinto *et al.*, *en prep.*).

6. CONCLUSIONES

1. La flora de los humedales evaluados en el sector de Presidente y el valle de la quebrada Angosturas están representados por 325 morfoespecies y 234 especies plenamente identificadas reunidas en 85 familias y 186 géneros. El grupo más representativo es el de las Angiospermas, las cuales reúnen el 61% de las familias, el 79.6% de los géneros, 85.9% de las especies y 82.5% de las morfoespecies, seguido por los musgos con el 14.1% de las familias, 8.6% de los géneros, 7.3% de las especies y 7.7% de las morfoespecies.
2. De las 325 morfoespecies censadas en la presente investigación, 266 están representadas en las parcelas (81.8%), 223 presentan ejemplares bajo custodia en herbarios (68.6%), y 57 presentaron además recolectas que posteriormente fueron descartadas por aspectos principalmente fenológicos (17.5%). 15 morfoespecies estuvieron representadas únicamente por ejemplares descartados (4.6%). Una lista detallada de las especies observadas en el área de estudio (observadas en las parcelas, recolectadas y efectivamente depositadas en herbarios) puede consultarse en el Anexo 5.
3. La propuesta planteada en la presente investigación comprende 29 asociaciones y cuatro subasociaciones reunidas en cinco clases, cinco órdenes y diez alianzas, identificándose además 45 comunidades independientes o relacionadas con las unidades sintaxonómicas identificadas. Representan en total 98 unidades y comunidades (33 unidades básicas, 20 unidades superiores, 45 comunidades) que describen las relaciones florísticas, estructurales y ecológicas de los humedales del área de estudio a diferentes escalas del paisaje.
4. Se destaca la aparición de las unidades de riberas rocosas en la laguna del Tambor representadas por las comunidades de *Azorella crenata* y *Paepalanthus pilosus*, que no habían sido reportadas para la cordillera Oriental. Esto puede afianzar las hipótesis de que o bien faltó un mayor esfuerzo de muestreo en los trabajos anteriores -a causa del difícil acceso a los sitios- que permita identificar otras comunidades que juegan papeles primordiales en diferentes sustratos o que siguen existiendo marcadas diferencias entre flancos en cada complejo de páramo que ameritan la continuación de estudios de este tipo que hagan posible conocer la mayoría de modelos de organización de la vegetación.
5. Existen varias imprecisiones de tipo nomenclatural en las unidades descritas para el país que fueron discutidas a lo largo del capítulo V, la mayoría de ellas corresponden a procedimientos incorrectos a la hora de proponer especies características (Art. 3g), propuesta de unidades provisionales (Art. 3b), o a la no solicitud formal de nomen mutatum de acuerdo con las regulaciones del CINF (Art. 45, 48e). Todos estos casos fueron debidamente señalados y citados.
6. Las unidades descritas en su mayoría guardan estrecha relación con las descritas por Cleef (1981), cordillera Oriental. No obstante, las especies que participan en ellas se organizan de formas distintas y establecen bioformas diferentes, como es el caso de *Plantago rigida* que ha sido identificada formando notorios cojines en otros complejos de

- paramo y en la zona de estudio forma tapetes conglomerados de porte más somero y aplanado.
7. La identificación taxonómica de los briofitos a nivel de especie nos permitió identificar el importante papel que juegan en las diferentes comunidades, colonizando diferentes sustratos de la hidroserie determinando en muchas ocasiones la estructura de la unidad como en el caso de las Comunidades de *Sphagnum magellanicum* con *Pentacalia ledifolia* y *Ageratina tinifolia* o *Calliergonella cuspidata* con *Isoetes karstenii* y *Callitriche nubigena* incluidas en el grupo de prados de briofitas.
 8. Se destaca la presencia de los pajonales y pastizales húmedos y su relación con los grupos identificados. La geomorfología de la zona hace posible que este tipo de estructura de la vegetación -que por lo general obedece más a conjuntos zonales-, juegue un papel importante al competir en ambientes difíciles de borde de laguna o pantanos encharcados donde se ha adaptado a difíciles periodos de encharcamiento e inundación beneficiándose de las disminuciones o elevaciones del nivel del agua. En este aspecto cabe resaltar la presencia de la comunidad de *Calamagrostis viridiflavescens* que no había sido reportada antes en otros estudios.
 9. Los Chuscales de *Chusqueta tessellata* desempeñan un papel fundamental en los diferentes ensambles de los sectores turbosos de fondos de valles y alrededores de cursos de agua. Se observan diferencias florísticas significativas respecto a la vegetación de las alianzas *Chusquion tessellatae* y *Diplostephion phyllicoidis* descritas por Sánchez y Rangel (1990), y en general frente al complejo de *Hypericum lancioides*-*Chusquea tessellata* discutido por Cleef et al. (2008) para diversos sectores de la cordillera Oriental. En conclusión los chuscales de la zona de estudio poseen diferencias que los hacen únicos y diferentes a los muestreados anteriormente en otros trabajos.
 10. La metodología fitosociológica que parte del conocimiento de las especies y las comunidades vegetales resultó ser en este caso una herramienta primordial para identificar las diferentes combinaciones que se pueden encontrar en las distintas etapas de la transición o hidroserie caracterizadas por las unidades sintaxonómicas y las comunidades descritas en detalle en el capítulo V, desde las zonas de carácter más acuático hasta el inicio de las comunidades de zonas más drenadas que constituyen la vegetación zonal.
 11. El uso de la herramienta TWINSpan del programa PC-ORD® demostró ser más eficaz al ser usada también al interior de los diferentes subgrupos después de haber realizado los dos primeros análisis generales para determinar las principales tendencias del agrupamiento. Los posteriores análisis nos permitieron identificar patrones cada vez más marcados que en consenso con el trabajo de campo y los datos obtenidos nos da un esquema mucho más afinado de las unidades presentes en la zona.

LITERATURA CITADA

- Alarcón, *et al.* 2002. Transformación y cambio del uso del suelo en los páramos de Colombia en las últimas décadas. En: Castaño-Uribe C. (Ed.). Páramos y ecosistemas altoandinos de Colombia en condición hotspot y global climatic tensor.
- Austin, M. P y T. M. Smith. (1989). A new model for the continuum concept. *Vegetation* 83: 35- 47.
- Azócar, A; C. García y F. Rada. (2000). Aspectos ecofisiológicos para la conservación de Ecosistemas tropicales contrastantes. *Bol. Soc. Bot. México* 65:89-94.
- Baruch, Z. (1984). "Ordination and classification of vegetation along an altitudinal gradient in the Venezuelan páramos". *Vegetatio* 55: 115-126.
- Baruch, Z. (1979). Elevational differentiation in *Espeletia Schultzii* (Compositae), a giant rosette plant of the Venezuelan páramos. *Ecology* 60:85-98.
- Brak, B., M. Vroklage, M. Kappelle y A.M. Cleef. 2005. Comunidades vegetales de la turbera de altura 'La Chonta' en Costa Rica. En: M. Kappelle y S.P. Horn (eds). Páramos de Costa Rica. Pp. 607-629. Instituto Nacional de Biodiversidad. Santo Domingo de Heredia. Costa Rica.
- Braun-Blanquet, J. 1936. Un joyau floristique et phytosociologique: "Isoetion" méditerranéen. Communication de la Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine SIGMA 42. Bulletin de la Société d'Étude des Sciences Naturelles de Nîmes (1930-1935) 47: 23 p. URL: https://jolube.files.wordpress.com/2008/04/br-bl_1936_isoetion.pdf
- Braun-Blanquet, J. 1979. Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Pp. 91. H. Blume. Madrid).
- Bekker, R.P. y A.M. Cleef. 1985. La vegetación del páramo de Laguna Verde (municipio de Tausa, Cundinamarca). *Análisis Geográficos* 14: 193 pp. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.
- Biondi, E. & C. Blasi (eds). 2015. Prodrómo della vegetazione italiana. Check-list sintassonomica delle suballeanze presenti in Italia per il Prodrómo della vegetazione d'Italia. Base de datos fitosociológica en línea. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Società Botanica Italiana. Consultas: 2015-11. URL: <http://www.prodromo-vegetazione-italia.org/>

Bolòs, O. 1962. *El paisaje vegetal barcelonés*. Universidad de Barcelona.

Castellanos, P. M. y C. Serrato: Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 32(122): 79-86, 2008. ISSN 0370-3908.

Chytrý, M., L. Tichý, J. Holt & Z. Botta-Dukát. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science* 13(1): 79-90.

Churchill, S.P. & E.L. Linares-C. 1995. *Prodromus Bryologiae Novo-Granatensis: Introducción a la flora de musgos de Colombia*. Tomos I y II. Biblioteca José Jerónimo Triana 12: 924 pp. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Cleef, A.M. 1981. The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental. *Dissertationes Botanicae* 61. *El cuaternario de Colombia* 9: 321 pp. J. Cramer. Vaduz. Liechtenstein. URL: http://issuu.com/jpinto/docs/1981_cleef_paramos-col-cordillera-oriental

Cleef, A.M. y J.O. Rangel-Ch. 1984. La vegetación del páramo del noroeste de la Sierra Nevada de Santa Marta. En: T. van der Hammen & P.M. Ruiz-C. (eds). *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia), transecto Buritaca-La Cumbre. Estudios de Ecosistemas Tropandinos* 2: 203-266. J. Cramer. Berlín-Stuttgart.

Cleef, A.M., J.O. Rangel-Ch., S. Salamanca-V., R. Jaramillo-M. y J. Idrobo. 2003. Apéndice 1, capítulos 1, 2 y 3. Levantamientos de vegetación TPN. En: T. van der Hammen & A.G. dos Santos (eds). *La cordillera Central colombiana, transecto Parque Los Nevados (última parte). Estudios de Ecosistemas Tropandinos* 5: 205-240. J. Cramer. Berlín-Stuttgart.

Cleef, A.M., J.O. Rangel-Churio & H. Arellano-Peña. 2008. The paramo vegetation of the Sumapaz massif (Eastern Cordillera, Colombia). En: T. van der Hammen, J.O. Rangel-Churio & A.M. Cleef (eds). *La cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz. Estudios de Ecosistemas Tropandinos* 7: 799-913. J. Cramer. Berlín-Stuttgart.

COL – Herbario Nacional Colombiano. 2015. Herbario Virtual. Base de datos en internet. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Consultas: 2005-2015. URL: <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>

Cook, C. D. K. & K. Urmi-König. 1985. A revision of the genus *Elodea* (Hydrocharitaceae). *Aquatic Botany* 21(2): 111-156.

Cortés-S., S.P., T. Van der Hammen y J.O. Rangel-Ch. 1999. Comunidades vegetales y patrones de degradación y sucesión en la vegetación de los cerros occidentales de Chía-Cundinamarca-Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23(89): 529-554.

- Cuatrecasas, J. 1934: Observaciones Geobotánicas en Colombia. Trab.Mus. Nac. Cienc.Nat.Ser. Bot. 27: 1-44, Madrid.
- Cuatrecasas, J 1958. Aspecto de la Vegetación natural de Colombia. Rev. Acad. Col, Cienc. Ex. Fis. Nat. 10(40):221 – 264, Bogota.
- Cuatrecasas, J. 1968. Paramo Vegetation and its life forms. En: Geoecology of the Mountainous regions of the tropical Americas. Coll. Geogr. 9: 163-186. Bonn
- Donato, J. 1998. Los sistemas acuáticos de Colombia: síntesis y revisión. Págs. 31-47 en: R. Guerrero (ed.). Una aproximación a los humedales de Colombia. Fondo FEN, Bogotá.
- Donato, J. 2001. Fitoplancton de los lagos andinos del norte de Sudamérica (Colombia). Revista Academia Colombiana de Ciencias 19: 1-32.
- Domínguez, C *et al* 2001. Descripción estructural de la vegetación acuática de tres sistemas lacustres de alta montaña localizados en Mongua-Boyacá en: Memorias del congreso Mundial de paramos Tomo 1 mayo 2002
- Fariñas, M. y M. Monasterio. (1998). Ecología de *Espeletia schultzii* WEDD (Asteraceae) en el valle fluvio-glacial del páramo de Mucubají. Actual. Biol. 20 (68): 5-11.
- Fernández-Alonso y Hernández-Schmidts (2007) Catálogo de la flora vascular de la cuenca alta del río Subachoque (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia* 29 (1): 73-104. 2007
- Florez, A. 2000. Geomorfología de los páramos. En: Rangel (Ed.). Colombia: Diversidad Biótica III, La región de vida paramuna: 24-36.
- Flórez, A. 2003. Colombia: evolución de sus relieves y modelados. Red de Estudios de Espacio y Territorio, Departamento de Geografía, Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos: 240 p. Bogotá.
- Franco-R., P., J.O. Rangel-Ch. y G. Lozano-C. 1986. Estudios ecológicos en la cordillera Oriental II: Las comunidades vegetales de los alrededores de la laguna de Chingaza. *Caldasia* 15(71-75): 219-248.
- Galán de Mera, A. & G. Navarro. 1992. Comunidades vegetales acuáticas del Paraguay occidental. *Caldasia* 17(1): 35-46. URL: <http://www.bdigital.unal.edu.co/35420/1/35725-141559-1-PB.pdf>
- Galán de Mera, A. 1995. Ensayo sintaxonómico sobre las comunidades acuáticas del Perú. *Arnaldia* 3 (1): 51–58.

Galán de Mera, A. 2005. Clasificación fitosociológica de la vegetación de la región del Caribe y América del Sur. *Arnaldia* 12(1-2): 86-111. URL: <http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/arnal/v12n1-2/a10v12n1-2.pdf>

Géhu & Rivas-Martínez 1981. Notions fondamentales de phytosociologie. In: Dierschke, H. (de.), *Syntaxonomie*: 5-53. Ber. Intern. Symposium 4. ed. Cramer. Vaduz.

Goldstein, G. y F. Meinzer. (1983). Influence of insulating dead leaves and low temperature on water balance in an Andean giant rosette species. *Plant Cell Environ.* 6:649-656.

Halle, F., R.A.A. Oldeman y P.B. Tomlinson. (1978). *Tropical trees and forest*. Springer- Verlag, Berlin-New York.

Hartog C. D. & S. Segal. 1964. A new clasification of the water-plant communities. *Acta Bot. Neerlandica*, 13:367-393.

Hernández-A., M.M. y J.O. Rangel-Ch. 2002. Catálogo florístico del páramo de La Rusia, Duitama (Boyacá). En: C. Ange-J., C. Castaño-U., F. Arjona-H., J.V. Rodríguez y C.L. Durán (eds). *Memorias Congreso Mundial de Páramos*. Tomo I. Pp. 379-428. Ministerio del Medio Ambiente, CAR, IDEAM y Conservación Internacional. Gente Nueva. Paipa. Colombia.

Hill, M.O. 1979. TWINSPLAN: A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attributes. Department of Ecology and Systematics, Cornell University. 90 pp. Ithaca. EUA.

Hofstede, R., P. Segarra y P. Mena-V. (eds). 2003. *Los páramos del mundo*. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative, NC-IUCN y EcoCiencia. 299 pp. Quito.

Howard, C. 1984. *North American flora-Spahagmacea*. Publishing by the New York Botanical Garden, New York.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi 2004. *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras* Departamento de Norte de Santander.

Izco J. & M. Arco. 2003. *Código Internacional de nomenclatura fitosociológica*. Servicio de publicaciones. Universidad de la Laguna.

Julve, P. 1998. *Baseveg*. Index phytosociologique synonymique de la végétation de la France. Base de datos fitosociológica en línea. Programme CATMINAT – Catalogue des Milieux Naturels. Université Catholique de Lille, Faculté de Gestion, Economie et Sciences. Lille. Francia. Consultas:

2015-11. URL: <http://philippe.julve.pagesperso-orange.fr/catminat.htm>

Luteyn, J.L. 1999. Páramos: A checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature. *Memoirs of The New York Botanical Garden* 84: 278 pp. The New York Botanical Garden Press. Nueva York. URL: <http://www.botanypages.org/neill/paramos/index.htm>

Luther, H. 1949. Vorschlaag zu einer ökologiscchen Grundeinteilung der Hydrophyten. *Act. Bot. Fenn.* 44: 1-15.

Madriñan S. 2004 Flora ilustrada del Páramo de Chingaza, Guía de Campo de Plantas Comunes. Universidad de los Andes, Bogotá. Convenio acueducto de Bogotá Parques Nacionales Naturales

Malagón, D. y C. Pulido-R. 2000. Suelos del páramo colombiano. En: J. O. Rangel (ed.). *Colombia Diversidad Biotica III. La región Paramuna*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. 37-84. Bogotá.

Malagón D 2003. Ensayo sobre tipología de suelos colombianos -Énfasis en génesis y aspectos ambientales- *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 27(104): 319-341. 2003. ISSN 0370-3908.

Margalef, R. 1983. *Limnología*. Ediciones Omega S.A., Barcelona.

Marquez, J; M. Fariñas; B. Briceño y F. Rada. (2004). Distribución de gramíneas a lo largo de un gradiente altitudinal en un páramo de Venezuela. *Revista Chilena de Historia Natural.* 77:649:660

Matteucci, S.D. & A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Monografías Científicas de la OEA Serie de Biología 22: 168 pp. Washington

MBG - Missouri Botanical Garden. 2012a. TROPICOS Andes Moss Project. Unedited manuscript (Online). 3rd version with spanish translation. Missouri Botanical Garden. St. Louis. EUA. URL: <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/andes/projsandes.html>

MBG - Missouri Botanical Garden. 2012b. TROPICOS nomenclatural database and associated authority files. Online database. Missouri Botanical Garden. St. Louis. EUA. URL: <http://www.tropicos.org/>

MBG – Missouri Botanical Garden. 2015. TROPICOS nomenclatural database and associated authority files. Online database. Missouri Botanical Garden. St. Louis. EUA. Consultas: 2005-2015. URL: <http://www.tropicos.org/>

McCune, B. & M.J. Mefford. 1999. Multivariate analysis of ecological data, version 4.25 (electronic manual). MjM Software. Gleneden Beach. EUA.

Mercado Ustariz, Magaly, Vegetación de la ceja de monte yungueña en el Parque Nacional Carrasco (Cochabamba-Bolivia) Páginas: 55-75 En: Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. Num.4 Cochabamba: nov. 1998.

Monasterio, M. (1979). El Páramo Desértico en el Altiandino de Venezuela. En M. Salgado-Labouriau (Ed): El Medio Ambiente Páramo. Actas del seminario de Mérida – Venezuela. Ediciones centro de estudios avanzados.

Monasterio, M. (1980a). Los Paramos Andinos como Región Natural “Características Biogeográficas Generales y Afinidades con Otras Regiones Andinas”. En M. Monasterio (Ed): Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Ediciones de la Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela.

Monasterio, M. (1980b). Los páramos andinos como región natural. Características biogeográficas generales y afinidad con otras regiones andinas. En M. Monasterio (Ed): Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos. Ediciones de la Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela.

Monasterio, M. (1980c). Las formaciones vegetales de los Paramos de Venezuela. En M. Monasterio (Ed): Estudios Ecológicos en los Paramos Andinos. Ediciones de la Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela.

Monasterio, M. y L. Sarmiento. (1991). Adaptive radiation of *espeletia* in the cold Andean tropics. Reprinted from Trends in Ecology and Evolution. Vol. 6, No. 12.

Monasterio, M y Molinillo, M. (2003). Venezuela. En: Hofstede, R., P. Segarra y P. Mena V. (Eds). 2003. Los Paramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Paramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito. 205-236 p.

Mora-Osejo, L.E. & H. Sturm (eds). 1995. Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino cordillera Oriental de Colombia. Tomos I y II. Colección Jorge Álvarez Lleras 6: 715 pp. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá.

Pinto-Z., J.H. y J.O. Rangel-Ch. 2009. Las fitocenosis paramunas de la cordillera Occidental colombiana: Revisión, actualización y análisis de los datos de vegetación y flora asociada. Informe interno. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. 193 pp. Bogotá.

Pinto-Zárate, J.H. & J.O. Rangel-Churio. 2010. La vegetación de los páramos del norte de Colombia (Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía de Perijá). En: J.O. Rangel-Churio (ed). Colombia Diversidad Biótica X: Cambio global (natural) y climático (antrópico) en el páramo colombiano. Pp. 289-410.

Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. URL:
<http://issuu.com/diversidadbiotica/docs/dbx11-veg-pmos-snsn>

Pinto-Z., J.H. y J.O. Rangel-Ch. 2010a. Flora asociada a las formaciones paramunas de la cordillera Occidental y el norte de Colombia (Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía de Perijá), con base en parcelas de campo. En: J.O. Rangel Ch. (ed). Colombia Diversidad Biótica X: Cambio global (natural) y climático (antrópico) en el páramo colombiano. Pp. 411-442. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Pinto-Z., J.H. y J.O. Rangel-Ch. 2010b. La vegetación de los páramos del norte de Colombia (Sierra Nevada de Santa Marta, Serranía de Perijá). En: J.O. Rangel Ch. (ed). Colombia Diversidad Biótica X: Cambio global (natural) y climático (antrópico) en el páramo colombiano. Pp. 289-410. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Pirela, M. (2006). Análisis funcional de la comunidad de Plantas en Tres Unidades Geomorfológicas del Páramo de Mucubají. Tesis de grado de Lic. en Biología. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE). Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 93p.

Premauer J. M. 1999. Efecto de diferentes regímenes de disturbio por quema y pastoreo sobre la estructura horizontal y vertical de la vegetación de páramo (Parque Nacional Natural Chingaza). Tesis de Biología, Universidad Nacional de Colombia.

Rada, F., G. Goldstein, A. Azócar y F. Meinzer. (1985). Freezing avoidance in Andean giant rosette plants. *Plan Cell Environ.* 8:501-507.

Rada, F., G. Goldstein, A. Azócar y A. Torres. (1987). Supercooling along an altitudinal gradient in *Espeletia Schultzii*, a caulescent giant rosette species. *J. Exp. Bot.* 188:491-497.

Rangel-Churio, J.O. & J. Aguirre-Ceballos. 1983. Comunidades acuáticas altoandinas I: Vegetación sumergida y de ribera en el Lago de Tota, Boyacá, Colombia. *Caldasia* 13(65): 719-742.

URL: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/34860/35135>

Rangel-Churio, J.O. 2000. La diversidad beta: Tipos de vegetación. En: J.O. Rangel Churio (ed). Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna. Pp. 658-719. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá.

Rangel-Ch., J.O. (ed). 2000a. Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia e Instituto Alexander von Humboldt. 902 pp. Bogotá.

Rangel-Ch., J.O. 2000b. Flora y vegetación amenazada. En: J.O. Rangel Ch. (ed). Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna. Pp. 785-813. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá.

Rangel-Ch., J.O. 2000c. La diversidad beta: Tipos de vegetación. En: J.O. Rangel Ch. (ed). Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna. Pp. 658-719. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá.

Rangel-Ch., J.O. 2000d. La región paramuna y franja aledaña en Colombia. En: J.O. Rangel Ch. (ed). Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna. Pp. 1-23. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá.

Rangel-Ch., J.O. 2000e. Síntesis final: Visión integradora sobre la región del páramo. En: J.O. Rangel Ch. (ed). Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna. Pp. 814-836. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá.

Rangel-Ch., J.O. & J.H. Pinto-Z. 2012. Colombian Páramo Vegetation Database (CPVD) – The database on high Andean páramo vegetation in Colombia. En: J. Dengler, J. Oldeland, F. Jansen, M. Chytrý, J. Ewald, M. Finckh, F. Glöckler, G. López-González, R.K. Peet & J.H.J. Schaminée (eds). Vegetation databases for the 21st century. Special volume. Biodiversity & Ecology 4: 275-286. Biozentrum Klein Flottbek und Botanischer Garten, Universität Hamburg. Hamburgo. URL: http://www.biodiversity-plants.de/biodivers_ecol/article_meta.php?DOI=10.7809/b-e.00084&art_volume=4&lang=en

Rangel-Ch., J.O. & A. Velázquez. 1997. Métodos de estudio de la vegetación. En: J.O. Rangel-Ch., P.D. Lowy-C. & M. Aguilar-P. Colombia Diversidad Biótica II: Tipos de vegetación en Colombia. Pp. 59-87. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia e IDEAM. Bogotá.

Rangel-Ch., J.O. & J.H. Pinto-Z. 2012. Colombian Páramo Vegetation Database (CPVD) – The database on high Andean páramo vegetation in Colombia. En: J. Dengler, J. Oldeland, F. Jansen, M. Chytrý, J. Ewald, M. Finckh, F. Glöckler, G. López-González, R.K. Peet & J.H.J. Schaminée (eds). Vegetation databases for the 21st century. Special volume. Biodiversity & Ecology 4: 275-286. Biozentrum Klein Flottbek und Botanischer Garten, Universität Hamburg. Hamburgo. URL: http://www.biodiversity-plants.de/biodivers_ecol/article_meta.php?DOI=10.7809/b-e.00084&art_volume=4&lang=en

RBG – Royal Botanic Gardens, Kew & MBG – Missouri Botanical Garden. 2015. The Plant List. Versión 1. Base de datos botánica en internet. Royal Botanic Gardens, Kew y Missouri Botanical Garden. Kew, Reino Unido. St. Louis, EUA. Consultas: 2014-2015. URL: <http://www.theplantlist.org/>

Rivas – Martínez, S., O. Tovar Serpa y A. Galán de Mera. 1988. Pisos Bioclimáticos y cultivos del Perú. ICI – INP. Madrid.

Rivas-Martínez, S., F. Fernández-González, J.J. Loidi-Arregui, M.F. Lousã & A. Penas-Merino. 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica* 14: 5-341.

URL: https://floramontiberica.wordpress.com/?attachment_id=323

Rivera D., R. Olmos, O. Flórez, L. Sánchez y C. Córdoba. 1998. Conservación del bosque andino y páramos de la sabana de Bogotá: Avances del proyecto, Programa Conservación de la biodiversidad in situ. Jardín Botánico José Celestino Mutis, Alcaldía Mayor, Bogotá.

Rodwell, J.S., J.H.J. Schaminée, L. Mucina, S. Pignatti, J. Dring & D. Moss. 2002. The diversity of European vegetation. An overview of phytosociological alliances and their relationships to EUNIS habitats. Report EC-LNV No. 2002/054. National Reference Centre for Agriculture, Nature and Fisheries. Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries. 168 p. Wageningen. Holanda.

URL: [http://forum.eionet.europa.eu/nrc-biodiversity-data-and-Information/library/eunis_classification/eunis_meeting_2011/diversity_vegetationpdf/download/en/1/The Diversity of European Vegetation.pdf](http://forum.eionet.europa.eu/nrc-biodiversity-data-and-Information/library/eunis_classification/eunis_meeting_2011/diversity_vegetationpdf/download/en/1/The%20Diversity%20of%20European%20Vegetation.pdf)

Salamanca-V., S., A.M. Cleef y J.O. Rangel-Ch. 1992. La vegetación del páramo. En: S. Salamanca-V. La vegetación del páramo y su dinámica en el macizo volcánico Ruiz-Tolima. *Análisis Geográficos* 21: 38-63. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.

Salvador, F.M (2003) Flora y Vegetación de los Humedales de Lauricocha. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad, Universidad de Alicante

Sarmiento, G. (1986). Ecological Features of Climate in High Tropical Mountains. In: Vuilleumier, F. y M. Monasterio (Eds.) High Tropical Biogeography. Oxford University. New Cork, U. S. A.

Sklenář, P., J.L. Luteyn, C. Ulloa-U., P.M. Jørgensen & M.O. Dillon. 2005. Flora genérica de los páramos: Guía ilustrada de las plantas vasculares. *Memoirs of The New York Botanical Garden* 92: 499 pp. The New York Botanical Garden Press. Nueva York.

Smith, A. (1974). Bud temperature in relation to nyctinastic leaf movement in an Andean rosette plant. *Biotropica* 6:263-266.

Schmidt-Mumm, U. 1988b. Vegetación acuática y palustre de la parte alta de la hoya del río Namay (Albán, Cundinamarca). *Revista Pérez-Arbelaezia* 2 (6-7): 9-41.

Schmidt-Mumm, U. 1994. Potamogetonaceae en la flora vascular acuática del Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. *Universitas Scientiarum* 2(1): 45-56.

URL: <http://www.bdigital.unal.edu.co/35420/1/35725-141559-1-PB.pdf>

- Squeo, F. A., F. Rada., A. Azócar y G. Goldstein. (1991). Freezing tolerance and avoidance in high tropical andean plants: Is it equally represented in species with different plant height?. *Oecologia* 86: 378-382.
- Sturm, H. & J.O. Rangel-Ch. 1985. *Ecología de los páramos andinos: Una visión preliminar integrada. Biblioteca José Jerónimo Triana* 9: 292 pp. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Terneus E. 2002. Comunidades de plantas acuáticas en lagunas de los paramos del norte y sur del Ecuador. *Caldasia* 24(2): 379 – 391
- Tichý, L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science* 13(3): 451-453.
- Van Der Hammen, T., J. Barelds, H. De Jong y A. A. De Veer. 1980/1981. Glacial sequence and environmental history in the Sierra Nevada del Cocuy (Colombia). In: *The Quaternary of Colombia*, vol. 8.
- Van Der Hammen, T. 1984. Datos sobre la historia de clima y vegetación de la Sierra Nevada de Santa Marta. En: Van der Hammen, T. y P. Ruiz (Eds.). *Estudios de Ecosistemas Tropandinos*. CRAMER, 2: 561-580.
- Van Der Hammen, T. 1985. The Plio-Pleistocene climatic record of the tropical Andes. *J.Geol. Soc. Lond.*, 142: 483-489.
- Van Der Hammen, T. y A. M. Cleef. 1986. Development of the high Andean Paramo flora and vegetation. En: F. Vuilleumier y M. Monasterio (1986). *High Altitude Tropical Biogeography*. P. 153-201. Oxford Univ. Press.
- Van Der Hammen, T. 1997. Ecosistemas terrestres: Páramo. En: Chaves, M. E. y N. Arango (Eds.). 1997. *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Instituto Humboldt, PNUMA, Minambiente. Pág 9-37
- Van der Hammen, T., J.O. Rangel-Ch. y A.M. Cleef (eds). 2005. La cordillera Occidental colombiana, transecto Tatamá. *Estudios de Ecosistemas Tropandinos* 6: 972 pp. J. Cramer. Berlín-Stuttgart.
- Van der Hammen, T., J.O. Rangel-Ch. y A.M. Cleef (eds). 2008. La cordillera Oriental colombiana, transecto Sumapaz. *Estudios de Ecosistemas Tropandinos* 7: 1009 pp. J. Cramer. Berlín-Stuttgart.

Vargas O et al. 2002 Impacto de fuego y ganadería sobre la vegetación de Páramo en Memorias del congreso Mundial de paramos Tomo 1 mayo (2002)

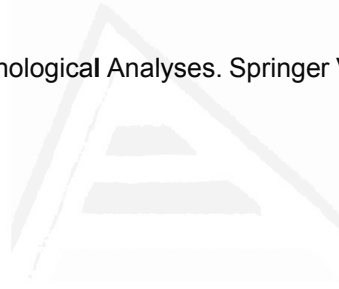
Vareschi, V. (1970). Flora de los Páramos de Venezuela. Ediciones del rectorado. Universidad de los Andes. Mérida. 425 p.

Villota, H. (1997). Una nueva aproximación a la clasificación fisiográfica del terreno". En: Revista CIAF, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Vol. 15 No 1. Santa Fe de Bogota. pp 83-117.

Villota, H. (1991). Geomorfología aplicada a los levantamientos edafológicos en zonas rurales. Tomo I. CIAF, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Vol. 15 No 1. Santa Fe de Bogota. pp 83-117.

Weber, H. E., Moravec, J. & Theurillat, J. P. 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. Journal of Vegetation Science 11 : 739-768.

Wetzel, R. y E. Likens. 1991. Limnological Analyses. Springer Verlag, New York.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante