

Ciencias Naturales

Artículo original

Patrón de riqueza de flora y vegetación del páramo El Romeral - macizo de Santurbán

Richness pattern of flora and vegetation from El Romeral Páramo - Santurbán Massif

✉ Sandra Y. Galván-Carvajal¹, ✉ Nelcy Y. Ortiz-Rodríguez¹, ✉ Jairo Pinto-Zárate^{2,3},
✉ J. Orlando Rangel-Ch.^{3,*}, ✉ Roberto Sánchez⁴

¹ Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Santander, Colombia

² Herbario J.J. Triana, Fundación Trópico Alto, Bogotá, D.C., Colombia

³ Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C., Colombia

⁴ Universidad de Pamplona (Norte de Santander), Colombia

Resumen

A partir de los inventarios detallados del componente vegetal del páramo de El Romeral Cucutilla, Norte de Santander, y California, Santander (07°22'-07°24' N, 72°51'-72°05' W, entre los 3400 y los 3920 m), se registraron 252 especies agrupadas en 157 géneros y 72 familias de plantas con flores, helechos y briófitos. Se encontraron 190 especies de 120 géneros y 45 familias entre las plantas con flores (grupo mayoritario). En la caracterización de la vegetación con enfoque fitosociológico se determinaron la clase *Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietea effusae*, el orden *Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae* y cuatro alianzas. La alianza con mayor número de asociaciones (cuatro) fue *Espeletio conglomeratae-Chusqueion tessellatae*. En la distribución de la vegetación a nivel de alianza se diferenció un patrón de los sitios de suelos húmedos-encharcados asociados con un microclima muy húmedo donde predominó *Chusquea tessellata*, como en las alianzas *Carici pygmaeae-Chusqueion tessellatae* y *Espeletio conglomeratae-Chusqueion tessellatae*. En sitios asociados con fases de transición en la humedad del suelo (áreas bien drenadas) disminuyó la importancia ecológica y la frecuencia de aparición de *Chusquea tessellata*, como en la alianza *Acaeno elongatae-Hypericion phelli*, en tanto que en sitios secos se encontró vegetación de la alianza *Arcytophylo mutici-Calamagrostion effusae*, en la que generalmente están ausentes elementos característicamente ligados a las condiciones de humedad-encharcamiento del suelo. La vegetación era de porte bajo con mayor cubrimiento de los estratos herbáceo (dominante) y rasante. El número total de especies varió entre 26 *Niphogetonis ternatae-Chusqueetum tessellatae* y 37 *Hyperico phelli-Puyetum bicoloris*, sintaxón que igualmente presentó el mayor índice de riqueza (77×10^{-2}).

Palabras clave: Páramo; Fitosociología; Macizo de Santurbán; Flora - vegetación; Riqueza - estructura.

Abstract

From detailed field inventories of the plant component at El Romeral Cucutilla Páramo, Norte de Santander, and California, Santander (07°22'-07°24'N, 72°51'-72°05'W, between 3400 and 3920 m), we recorded 252 species of 157 genera and 72 families of flowering plants, ferns, and bryophytes. We found 190 species of 120 genera and 45 families among flowering plants (the majority group). In the phytosociological characterization of the vegetation, we differentiated the *Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietea effusae* class, the *Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae* order, and four alliances. The alliance with the highest number of associations (four) was *Espeletio conglomeratae-Chusqueion tessellatae*. Regarding vegetation distribution, we observed a pattern of sites with humid, waterlogged soils associated with a very humid microclimate where *Chusquea tessellata* predominated, as in the case of the alliances *Carici pygmaeae-Chusqueion tessellatae* and *Espeletio conglomeratae-Chusqueion tessellatae*. In sites associated with transition phases in soil moisture (well-drained areas), the ecological importance and frequency of appearance of *Chusquea tessellata* decreased, as in the case of the *Acaeno elongatae-Hypericion phelli* alliance while in

Citación: Galván-Carvajal SY, Ortiz-Rodríguez NY, Pinto-Zárate J, et al. Patrón de riqueza vegetal (flora y vegetación) del páramo El Romeral-macizo de Santurbán. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 47(183):281-300, abril-junio de 2023. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1872>

Editor: Elizabeth Castañeda

***Correspondencia:**

Jesús Orlando Rangel Churio;
jorangelc@gmail.com

Recibido: 22 de febrero de 2023

Aceptado: 14 de abril de 2023

Publicado en línea: 25 de abril de 2023



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Rangel & Sturm (1995), **Hernández** (2002), y **Hernández & Rangel** (2003), que presentan aspectos generales sobre los tipos de vegetación del área bajo estudio (chuscales, matorrales, pajonales y combinaciones). Debido al interés económico por la explotación de minerales en los últimos años, la región del nudo de Santurbán ha sido objeto de numerosas evaluaciones en el marco de estudios ambientales de consultorías privadas orientados al sustento jurídico de las propuestas mineras, pero son pocos los aportes de rigor académico sobre la flora y la vegetación regionales que estén disponibles para la comunidad científica y el público general. En el caso particular de Sisavita figuran las contribuciones de **Córdoba et al.** (2002) desarrollada por el Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental – GEMA del Instituto Alexander von Humboldt.

Con el propósito de aportar al conocimiento del patrón de riqueza del componente vegetal regional (flora y vegetación), en el presente estudio se presentan resultados sobre la riqueza y la diversidad de las plantas con flores, de varios grupos no vasculares y de las unidades vegetales definidas. Las fuentes básicas fueron las herborizaciones y los análisis florísticos (inventarios detallados, **Tabla 1S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1872/3358>) adelantados por Sandra Y. Galván (SYG) y Nelsy Ortiz (NOR). Los análisis y tratamientos fitosociológicos posteriores fueron fruto de la colaboración entre las universidades Industrial de Santander y Nacional de Colombia y su grupo de investigación en biodiversidad y conservación en el Instituto de Ciencias Naturales.

Metodología

La fase de exploración botánica se adelantó entre abril de 2001 y febrero de 2002 (**Galván & Ortiz**, 2003). Los sitios de muestreo se eligieron con base en la homogeneidad fisionómica, procurando no incluir áreas con marcados rastros de intervención humana (ganadería, agricultura, minería artesanal). Las superficies de muestreo se delimitaron de manera precisa y comprendieron desde 16 m² en los pajonales hasta 25 y 50 m² en los frailejonales y matorrales. Entre los parámetros ecológicos utilizados en el censo figuraron la estratificación (**Rangel & Lozano**, 1986) y la cobertura (%) estimada como la proyección del área cubierta por el individuo sobre la superficie del área de inventario. Las observaciones adicionales cubrieron aspectos de la inclinación del terreno, las condiciones de humedad del sustrato, la altitud y la influencia antrópica. El material herborizado se determinó y depositó en el herbario de la Universidad Industrial de Santander, y se enviaron duplicados a los herbarios de la Universidad de Pamplona y al Nacional Colombiano (COL). En la revisión y actualización de la nomenclatura la fuente de homologación fueron las bases Trópicos (www.tropicos.org.co) y Taxonomic Name Resolution Service (<https://tnrs.biendata.org/#>). También se revisó la información del Herbario Nacional Colombiano en línea (<http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants>).

En la clasificación fitosociológica se utilizó el programa Twispaan (**McCune & Mefford**, 1999). La fidelidad se estimó de acuerdo con la escala de Szafer y Pawloski de 1934 (**Braun-Blanquet**, 1979). Para la descripción de las unidades de vegetación se siguió la recomendación del Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica (**Izco & del Arco**, 2003; **Theurillat et al.**, 2020).

Resultados

Patrón de riqueza de la flora

De los inventarios detallados se obtuvieron registros de 252 especies de 157 géneros y 72 familias de plantas con flores, helechos y briófitos.

Se encontraron 190 especies de 120 géneros y 45 familias de plantas con flores. Las familias con mayor número de géneros y especies fueron Asteraceae (25 gen. / 36 sp.) Poaceae (12/22), Rosaceae (6/18), Ericaceae (7/9) y Apiaceae (5/8). Otras familias y sus valores de riqueza aparecen en la **tabla 1**. Entre los géneros con mayor número de especies figuraron *Lachemilla* (10 sp.), *Hypericum* (9), *Agrostis* (5), *Carex* (4) y *Baccharis* (4). En la **tabla 1** se mencionan otros géneros y su número de especies.

Tabla 1. Patrón de riqueza de las familias y los géneros más diversificados del páramo El Romeral

Familia	Número de géneros	Número de especies	Género	Número de especies
Asteraceae	25	36	<i>Lachemilla</i>	10
Poaceae	12	22	<i>Hypericum</i>	9
Rosaceae	6	18	<i>Agrostis</i>	5
Ericaceae	7	9	<i>Carex</i>	4
Apiaceae	5	8	<i>Baccharis</i>	4
Melastomataceae	5	8	<i>Pentacalia</i>	4
Rubiaceae	3	5	<i>Valeriana</i>	4
Orobanchaceae	2	4	<i>Castilleja</i>	3
Cyperaceae	4	8	<i>Plantago</i>	3
Hypericaceae	1	8	<i>Chaetolepis</i>	3
Bromeliaceae	3	5	<i>Ageratina</i>	3
Gentianaceae	2	3	<i>Calamagrostis</i>	3
Plantaginaceae	5	8	<i>Aragoa</i>	2
Caprifoliaceae	1	4	<i>Ranunculus</i>	2
Solanaceae	2	2	<i>Arcytophyllum</i>	2
Suma de las 15 familias	83 (70 %)	148 (80 %)	Suma de los 15 géneros	61 (32%)
Resto de familias (30)	37 (30 %)	42 (20 %)	Resto de géneros (105)	129 (68%)
Total 45 familias	120	190	Total 120 géneros	190

En helechos y afines se registraron 16 especies de nueve géneros y ocho familias. En líquenes se encontraron cuatro especies de tres géneros y dos familias. En musgos se registraron 28 especies de once géneros y ocho familias y en hepáticas, 14 especies de diez géneros y nueve familias.

Unidades de vegetación

Los análisis realizados permitieron el agrupamiento de los diferentes levantamientos en unidades sintaxonómicas. A nivel de las asociaciones, estas se encuentran definidas por características como sus rasgos fisionómicos y su composición florística (estructura-riqueza).

Aspectos de la estructura

Cobertura. En la **tabla 2** aparecen los valores de la cobertura (%) según estratos en las asociaciones definidas. Un estrato arbustivo se manifestó en los chuscales *Hyperico phelli-Chusqueetum tessellatae* y *Niphogetonis ternatae-Chusqueetum tessellatae* y en el frailejónal-pajonal *Calamagrostio effusae-Espeletietum canescentis*. El estrato herbáceo era vigoroso y dominante en la mayoría de las asociaciones (excepto en los chuscales) y el estrato rasante cubría entre el 10 y el 50 % de la superficie de muestreo en las diferentes asociaciones.

Riqueza. En la **tabla 2** se muestra la variación en el número de especies según los levantamientos o inventarios de campo: El mayor valor (37) se encontró en las asociaciones *Hyperico phelli-Puyetum bicoloris* y *Plantagino linearis-Cortaderietum hapalotrichae*. En el índice de riqueza (número total de especies/área total de inventario), la mayor expresión (77×10^{-2}) correspondió a *Hyperico phelli-Puyetum bicoloris*.

Tabla 2. Aspectos de la riqueza y de la estructura de las asociaciones del páramo El Romeral

Asociación	Número de levantamientos	Área (m ²)	Variación en número de especies	Número total de especies	i. Riqueza x10 ⁻²	Cobertura (%)		
						Arbustivo	Herbáceo	Rasante
<i>Hyperico phelli-Puyetum bicoloris</i>	3	48	12-25	37	77	No	70	30
<i>Lachemillo orbiculatae-Hypericetum phelli</i>	4	200	14-20	34	17	No	55	50
<i>Hyperici phelli-Chusqueetum tessellatae</i>	3	48	15-20	34	71	75	6	20
<i>Niphogetonis ternatae-Chusqueetum tessellatae</i>	3	48	14-22	26	54	58	1	41
<i>Chusqueo tessellatae-Puyetum bicoloris</i>	5	80	12-20	29	36	No	90	30
<i>Plantagino linearis-Cortaderietum hapalotrichae</i>	5	89	8-22	37	42	No	75	30
<i>Arcytophylo mutici-Espeletietum conglomeratae</i>	5	125	11-17	35	28	No	85	25
<i>Arcytophylo mutici-Espeletietum funckii</i>	3	75	17-20	29	39	No	75	30
<i>Plantagino sericeae-Calamagrostietum effusae</i>	5	80	13-19	33	41	No	60	40
<i>Calamagrostio effusae-Espeletietum canescentis</i>	4	100	21-22	35	35	40	60	10

A continuación se describen las unidades de vegetación caracterizadas, diferenciadas.

Clase *Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietea effusae* (Tabla 3). La clase fue propuesta por **Rangel & Arellano (2019)** e incluye las comunidades secas de la alta montaña de Perijá, abarcando frailejonales, matorrales, chuscales-matorrales y chuscales-frailejonales con matrices de pajonales de *Calamagrostis effusa*.

Orden *Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae* ord. nov. en esta contribución (Tabla 3)

Typus: Acaeno elongatae-Hypericion phelli

Fisionomía-composición: matorrales-chuscales, en ocasiones fue posible diferenciar un estrato arbustivo representado por *Chusquea tessellata*, *Vaccinium floribundum*, *Linochilus rosmarinifolius* y especies de *Hypericum*. El estrato herbáceo estaba dominado por *Calamagrostis effusa* acompañado por *Orthrosanthus chimboracensis*, *Geranium santanderiense* y *Cortaderia cf. hapalotricha*.

Especies características-diagnósticas: *Chusquea tessellata*, *Halenia asclepiadea*, *Geranium santanderiense*, *Breutelia cf. subdisticha*, *Hieracium frigidum* y *Geranium siboldioides*.

En la vegetación se registró la presencia constante de *Vaccinium floribundum* acompañado de *Chusquea tessellata* e *Hypericum phellos*. En el orden se agruparon matorrales-herbazales con elevada representación de especies de Rosaceae (géneros *Acaena*, *Lachemilla*) y rosetales dominados por especies de *Puya*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal; en áreas planas, laderas, y abrigos rocosos entre los 3500 y los 3900 m de altitud.

Tabla 3. Composición florística de la clase *Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietaea effusae*, del orden *Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae* y de la alianza *Acaeno elongatae-Hypericion phelli* en el páramo El Romeral (N. Santander)

Clase <i>Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietaea effusae</i>							
Orden <i>Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae</i>							
Alianza <i>Acaeno elongatae-Hypericion phelli</i>							
	<i>Lachemillo orbiculatae-Hypericetum phelli</i>				<i>Hyperico phelli-Puyetum bicoloris</i>		
Área (m ²)	50	50	50	50	16	16	16
Altitud (m)	3700	3600	3600	3600	3700	3600	3600
Levantamiento original	NOR43	SYG46	SYG12	NOR37	SYG22	NOR39	NOR13
Cobertura (%)							
Clase <i>Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietaea effusae</i>							
<i>Vaccinium floribundum</i>	0,5	0,5	0,5			0,5	0,5
<i>Calamagrostis effusa</i>	0,3				3,6		
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	0,3	1,2	0,4				0,8
Orden <i>Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae</i>							
<i>Chusquea tessellata</i>					4	6	2
<i>Halenia asclepiadea</i>	0,3						
<i>Geranium santanderiense</i>		0,3			0,3		0,4
<i>Breutelia cf. subdisticha</i>	2,4			2,8		6,1	
<i>Hieracium frigidum</i>	0,3	0,3		0,4	0,3		
<i>Geranium sibbaldioides</i>	0,3	0,3	0,4	0,4		4,1	4,2
Alianza <i>Acaeno elongatae-Hypericion phelli</i>							
<i>Hypericum phellos</i>	36	1	51	45	7	2	3
<i>Paspalum hirtum</i>	0,3	4,7	0,4	0,4		0,3	
<i>Acaena elongata</i>	0,5	1	0,5	0,5		2	0,5
<i>Carex pygmaea</i>	1		0,4	18	0,3		
<i>Bidens andicola</i>	0,3			0,4	12	0,3	
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	0,3						17
<i>Cortaderia cf. hapalotricha</i>	1,2			5,6	0,3		
<i>Cerastium arvense</i>		0,3	0,4			0,3	0,4
<i>Galium hypocarpium</i>		0,3				0,3	
<i>Ribes sp.</i>				0,4		0,3	
<i>Lachemilla andina</i>		0,3					0,4
<i>Nertera granadensis</i>				0,4		1,4	
<i>Stellaria recurvata</i>				0,4		0,3	
Asociación <i>Lachemillo orbiculatae-Hypericetum phelli</i>							
<i>Lachemilla orbiculata</i>	12	23	35	11		0,3	
<i>Oxylobus glandulifer</i>	0,3	1,2		0,4			
<i>Aciachne acicularis</i>	18	5,8					
<i>Lachemilla hispidula</i>		1,2	0,4	0,4			
<i>Rumex acetosella</i>		0,3	0,4				
<i>Anthoxanthum odoratum</i>			0,4	0,4			

Clase <i>Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietea effusae</i>							
Orden <i>Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae</i>							
Alianza <i>Acaeno elongatae-Hypericion phelli</i>							
	<i>Lachemillo orbiculatae-Hypericetum phelli</i>				<i>Hyperico phelli-Puyetum bicoloris</i>		
Área (m²)	50	50	50	50	16	16	16
Altitud (m)	3700	3600	3600	3600	3700	3600	3600
Levantamiento original	NOR43	SYG46	SYG12	NOR37	SYG22	NOR39	NOR13
Cobertura (%)							
Asociación <i>Hyperico phelli-Puyetum bicoloris</i>							
<i>Puya bicolor</i>					52	41	63
<i>Halenia campanulata</i>				2,8	4	8	2
<i>Niphogeton ternata</i>					1,8	0,3	0,4
<i>Disterigma empetrifolium</i>					0,3	1,4	
<i>Linochilus rosmarinifolius</i>				3		0,5	1
<i>Marchantia</i> sp.						14	0,4
<i>Thuidium delicatulum</i>			0,4			0,3	0,4
Otras especies presentes							
<i>Galium</i> sp.						0,3	
<i>Hypericum carinosum</i>							0,4
<i>Equisetum bogotense</i>				0,4			
<i>Elaphoglossum engelii</i>						8,2	
<i>Epilobium denticulatum</i>						0,3	
<i>Hypericum juniperinum</i>		33					
<i>Hesperomeles</i> cf. <i>obtusifolia</i>			0,4				
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>				0,4			
<i>Werneria pygmaea</i>							3,4
<i>Carex bonplandii</i>							0,4
<i>Rubus acanthophyllos</i>							
<i>Valeriana quindensis</i>						2	
<i>Escallonia myrtilloides</i>							0,4

Alianza *Acaeno elongatae-Hypericion phelli* all. nov. en esta contribución (**Tabla 3**)

Typus: *Lachemillo orbiculatae-Hypericetum phelli*

Fisionomía-composición: la vegetación de la alianza agrupa chuscales de *Chusquea tessellata*, matorrales bajos de *Hypericum phellos* y rosetales de *Puya bicolor*. No se diferenció un estrato arbustivo. En el herbáceo, con una cobertura promedio de 65 %, dominaron *Hypericum phellos*, *Cortaderia* cf. *hapalotricha* y *Acaena elongata*. El estrato rasante incluía diversos elementos de baja cobertura, entre los cuales figuraban *Carex pygmaea*, *Paspalum hirtum*, *Geranium siboldioides*, *Cerastium arvense*, *Hieracium frigidum* y *Bidens andicola*.

Especies características-diagnósticas: *Hypericum phellos*, *Paspalum hirtum*, *Acaena elongata*, *Carex pygmaea*, *Bidens andicola*, *Muhlenbergia ligularis*, *Cortaderia* cf. *hapalotricha*, *Cerastium arvense*, *Galium hypocarpium*, *Lachemilla andina*, *Nertera granadensis* y *Stellaria recurvata*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral, entre los 3600 y los 3700 m, en sectores planos en los alrededores de lagunas y en sitios ligeramente inclinados.

Asociación *Lachemilla orbiculatae-Hypericum phelli* ass. nov. en esta contribución (Tabla 3) (Figura 2A).

Typus: SYG12

Fisionomía-composición: matorral-herbazal con un estrato herbáceo y una cobertura promedio de 55 %, dominado por *Hypericum phellos*, *Vaccinium floribundum* y *Acaena elongata*. En el estrato rasante, con cobertura promedio de 50 %, dominaban *Lachemilla orbiculata*, *Lachemilla hispidula*, *Oxylobus glandulifer*, *Paspalum hirtum*.

Especies diagnósticas: *Lachemilla orbiculata*, *Aciachne acicularis*, *Lachemilla hispidula*, *Oxylobus glandulifer*, *Paspalum hirtum* y *Acaena elongata*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal, cabecera del valle de la quebrada Romeral, laderas sobre las vertientes E y W, ca. 3570-3820 m. Se establecen en laderas pendientes sobre sustratos bien drenados, propios del páramo medio (ca. 3570-3820 m).

Asociación *Hyperico phelli-Puyetum bicoloris* ass. nov. en esta contribución (Tabla 3)

Typus: NOR39

Fisionomía-composición: rosetal-matorral con un estrato herbáceo dominado por *Puya bicolor* (cobertura promedio de 52 %) junto con *Chusquea tessellata*, *Hypericum phellos*, *Halenia campanulata* y *Niphogeton ternata*. En el estrato rasante, *Disterigma empetrifolium*, *Cerastium arvense*, *Geranium santanderiense* y *Geranium sibbaldioides*. Entre las briofitas figuraban *Breutelia* cf. *subdisticha*, *Thuidium delicatulum* y especies de *Marchantia*.

Especies diagnósticas: *Halenia campanulata*, *Niphogeton ternata*, *Thuidium delicatulum*, *Linochilus rosmarinifolius*, *Puya bicolor*, *Disterigma empetrifolium*.

Especies características-dominantes: *Hypericum phellos*, *Chusquea tessellata*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal, cabecera del valle de la quebrada Romeral. Sitios planos muy húmedos, en ocasiones encharcados, entre los 3600 y los 3700 m.

Alianza *Carici pygmaeae-Chusqueion tessellatae* all. nov. en esta contribución (Tabla 4)

Typus: *Hyperici phelli-Chusqueetum tessellatae*

Fisionomía-composición: chuscales-herbazales y chuscales-matorrales. En el estrato arbustivo, con cobertura promedio de 75 %, dominaba *Chusquea tessellata*, cuyas cañas pueden alcanzar 1,6 m de altura; entre las especies asociadas figuró *Vaccinium floribundum*. El estrato herbáceo era de escaso cubrimiento (3 %); aparecían *Hypericum carinosum*, *Hieracium frigidum*, *Hypericum carinosum* y *Epilobium denticulatum*. En el estrato rasante, con cobertura promedio de 30 %, aparecían *Carex pygmaea*, *Nertera grandensis*, *Galium hypocarpium*, *Paspalum hirtum* y *Lachemilla orbiculata*.

Especies diagnósticas: *Carex pygmaea*, *Nertera grandensis*, *Galium hypocarpium*, *Hypericum carinosum*, *Paspalum hirtum* y *Geranium sibbaldioides*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal; vereda Morquecha, alrededores de la laguna El Toro; cerca de la laguna Quelpa, entre los 3570 y los 3900 m. Se establece en sitios planos, húmedos y alrededor de las lagunas.

Asociación *Hyperici phelli-Chusqueetum tessellatae* ass. nov. en esta contribución (Tabla 4)

Typus: SYG36

Fisionomía-composición: chuscal-matorral con un estrato arbustivo y cobertura de 75 % dominado por *Chusquea tessellata*. En el estrato herbáceo con cobertura de 6 % aparecían *Equisetum bogotense*, *Hieracium frigidum*, *Hypericum phellos*, *Acaena elongata*

y *Monnina aestuans*. En el estrato rasante, con cobertura promedio de 20 %, se encontraron *Nertera grandensis*, *Bidens andicola*, *Galium hypocarpium*, *Geranium sibbaldioides* y *Stellaria recurvata*.

Especies diagnósticas: *Hypericum phellos*, *Equisetum bogotense*, *Bidens andicola*, *Monnina aestuans*, *Elaphoglossum engelii*, *Acaena elongata* y *Stellaria recurvata*.

Distribución-ecología: se establece en laderas inclinadas, suelos secos-semihúmedos, entre los 3600 y los 3700 m.

Tabla 4. Composición florística de la clase *Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietea effusae*, del orden *Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae* y de la alianza *Carici pygmaeae-Chusqueion tessellatae* en el páramo El Romeral (N. Santander)

Clase <i>Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietea effusae</i>						
Orden <i>Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae</i>						
Alianza <i>Carici pygmaeae-Chusqueion tessellatae</i>						
	<i>Hyperici phelli-Chusqueetum tessellatae</i>			<i>Niphogetonis ternatae-Chusqueetum tessellatae</i>		
Área (m²)	16	16	16	16	16	16
Altitud (m)	3600	3600	3600	3700	3600	3600
Levantamiento original	SYG36	NOR11	SYG38	SYG34	NOR35	SYG40
Cobertura (%)						
Clase <i>Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietea effusae</i>						
<i>Vaccinium floribundum</i>	0,4			0,3	0,3	0,4
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i>	0,4					
Orden <i>Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae</i>						
<i>Chusquea tessellata</i>	78	67	52	57	58	55
<i>Halenia asclepiadea</i>				0,4		
<i>Geranium santanderiense</i>	1,7				1,3	1,3
<i>Breutelia</i> cf. <i>subdisticha</i>				7,6	7,6	9,5
<i>Hieracium frigidum</i>	0,4	0,4		0,3	0,3	0,4
<i>Geranium sibbaldioides</i>	3	17		20	19	2
Alianza <i>Carici pygmaeae-Chusqueion tessellatae</i>						
<i>Carex pygmaea</i>	1	2		2	2	5
<i>Nertera granadensis</i>	0,5	0,5	3	0,5	0,5	5
<i>Galium hypocarpium</i>	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	
<i>Hypericum carinosum</i>	0,5	0,5			0,5	0,5
<i>Paspalum hirtum</i>			5,2	0,5	0,5	5
<i>Lachemilla orbiculata</i>			10	9	9	
<i>Oxalis corniculata</i>	0,4				0,4	
<i>Conyza</i> sp.	0,4				0,4	
<i>Halenia campanulata</i>			1	2,4		
<i>Linochilus rosmarinifolius</i>	15		5			
<i>Epilobium denticulatum</i>			0,4	0,4		
<i>Muhlenbergia ligularis</i>			0,4	2		
<i>Cerastium arvense</i>			0,5			
<i>Galium hypocarpium</i>	0,5		0,5			

Clase <i>Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietaea effusae</i>						
Orden <i>Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae</i>						
Alianza <i>Carici pygmaeae-Chusqueion tessellatae</i>						
	<i>Hyperici phelli-Chusqueetum tessellatae</i>			<i>Niphogetonis ternatae-Chusqueetum tessellatae</i>		
Área (m²)	16	16	16	16	16	16
Altitud (m)	3600	3600	3600	3700	3600	3600
Levantamiento original	SYG36	NOR11	SYG38	SYG34	NOR35	SYG40
Cobertura (%)						
Asociación <i>Hyperici phelli-Chusqueetum tessellatae</i>						
<i>Hypericum phellos</i>	0,4	2	2			
<i>Equisetum bogotense</i>	0,4	0,5	0,5			
<i>Bidens andicola</i>	0,4		1			
<i>Acaena elongata</i>		0,5	0,5			
<i>Monnina aestuans</i>	3	10				
<i>Elaphoglossum engelii</i>	3	0,5				
<i>Stellaria recurvata</i>	0,4	0,5				
Asociación <i>Niphogetonis ternatae-Chusqueetum tessellatae</i>						
<i>Lachemilla moritziana</i>				0,3	0,3	0,4
<i>Niphogeton ternata</i>				1,3	1,3	0,4
Otras especies presentes						
<i>Puya bicolor</i>			3			
<i>Marchantia</i> sp.		0,5				
<i>Oxylobus glandulifer</i>						0,4
<i>Anthoxanthum odoratum</i>			0,4			
<i>Lachemilla andina</i>		0,5				
<i>Hesperomeles</i> cf. <i>obtusifolia</i>	5					
<i>Ribes</i> sp.	0,5					
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>			0,5			
<i>Werneria pygmaea</i>						3
<i>Carex bonplandii</i>						0,5
<i>Rubus acanthophyllos</i>		0,5				

Asociación *Niphogetonis ternatae-Chusqueetum tessellatae* ass. nov. en esta contribución **tabla 4**

Typus: SYG34

Fisionomía-composición: chuscal-herbazal, con un estrato arbustivo con cobertura de 58 % dominado por *Chusquea tessellata*. El estrato herbáceo era muy pobre, y estaba representado por *Hieracium frigidum* y *Niphogeton ternata*.

Especies diagnósticas: *Lachemilla moritziana* y *Niphogeton ternata*.

Distribución-ecología: se establece en sitios planos, húmedos, entre los 3600 y los 3700 m.

Alianza *Espeletio conglomeratae-Chusqueion tessellatae* all. nov. en esta contribución (**Tabla 2S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1872/3358>)

Typus: *Arcytophylo mutici-Espeletietum conglomeratae*

Fisionomía-composición: en la vegetación de la alianza se incluyen chuscales-rosetales dominados por *Puya bicolor*, cortaderales-herbazales de *Cortaderia* cf. *hapalotricha*, frailejonales-herbazales de *Espeletia conglomerata* y matorrales de *Linochilus floribundus*. Un estrato arbustivo se diferenció solamente en el matorral de *L. floribundus*. En el estrato herbáceo muy vigoroso, con 80 % de cobertura, dominaban *Calamagrostis effusa*, *Cortaderia* cf. *hapalotricha*, *Espeletia conglomerata*, *Hypericum juniperinum*, *Chusquea tessellata* y *Vaccinium floribundum*. En el estrato rasante, con 30 % de cobertura, las especies más frecuentes fueron *Geranium santanderiense*, *Juncus echinocephalus*, *Oritrophium peruvianum*, *Eryngium humile*, *Hypochaeris sessiliflora* y *Sphagnum* cf. *magellanicum*.

Especies diagnósticas: *Espeletia conglomerata*, *Sphagnum* cf. *magellanicum*, *Juncus echinocephalus*, *Oreobolus goeppingeri*, *Hypericum juniperinum*, *Hypericum mexicanum*, *Arcytophyllum nitidum*, *Eryngium humile*, *Oritrophium peruvianum*, *Phlegmariurus riobambensis*, y *Disterigma empetrifolium*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal, cabecera del valle de la quebrada Romeral, laderas sobre las vertientes E y W, ca. 3560-3790 m; *ibid.*, valle de la quebrada Quelpa, ladera sobre la vertiente W, ca. 3440-3510 m; *ibid.*, sector Sisavita, ca. 3440-3550 m; *ibid.*, vereda Morquecha, alrededores de la laguna El Pico, costado SE, ca. 3810-3870 m. Santander, municipio Vetas, PNR Páramo de Santurbán, páramo El Romeral: vereda Móngora, terraza al ESE de las lagunas Páez, sobre laderas a los costados NE y W, ca. 3600-3700 m. Se establece en sectores desde planos hasta inclinados de laderas y en alrededores de lagunas y corrientes de agua sobre sustratos bien o regularmente drenados, y se distribuye entre el subpáramo y el páramo medio (3350 a 3900 m).

Asociación *Chusqueo tessellatae-Puyetum bicoloris* ass. nov. en esta contribución (Tabla 2S, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1872/3358>)

Typus: SYG26

Fisionomía-composición: rosetal-chuscal con un estrato herbáceo de vigoroso crecimiento y 90 % de cobertura promedio, en el cual dominaban *Puya bicolor*, *Calamagrostis effusa*, *Chusquea tessellata* y *Cortaderia* cf. *hapalotricha*. En el estrato rasante, con 30 % de cobertura, fueron frecuentes *Geranium santanderiense*, *Juncus echinocephalus*, *Sphagnum* cf. *magellanicum* y *Halenia asclepiadea*.

Especies diagnósticas: *Calamagrostis* sp.3, *Puya bicolor* y *Parablechnum loxense*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: veredas Carrizal y Móngora, y alrededor de la laguna Páez, entre los 3500 y los 3770 m. Se establece en sectores planos de laderas sobre suelos con drenaje regular a bueno. El tinajo de páramo (*Agouti taczanowskii*) consume los tallos de *Puya bicolor*.

Asociación *Plantago linearis-Cortaderietum hapalotrichae* ass. nov. en esta contribución (Tabla 2S <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1872/3358>) (Figura 2B)

Typus: SYG44

Fisionomía-composición: herbazal-cortaderal con un estrato herbáceo dominado por *Cortaderia* cf. *hapalotricha* (cob. prom. 60 %), *Calamagrostis effusa*, *Espeletia conglomerata* e *Hypericum* sp. En el estrato rasante, con 20 % de cobertura, dominaban *Oritrophium peruvianum*, *Oreobolus goeppingeri*, *Geranium santanderiense*, *Juncus echinocephalus* y *Plantago linearis*.

Especies diagnósticas: *Agrostis bacillata*, *Sisyrinchium tinctorium*, *Plantago linearis* y *Neobartsia santolinifolia*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal, entre los 3680 y los 3790 m. Se establece en sitios húmedos y en las orillas de riachuelos y quebradas (Figura 2B).

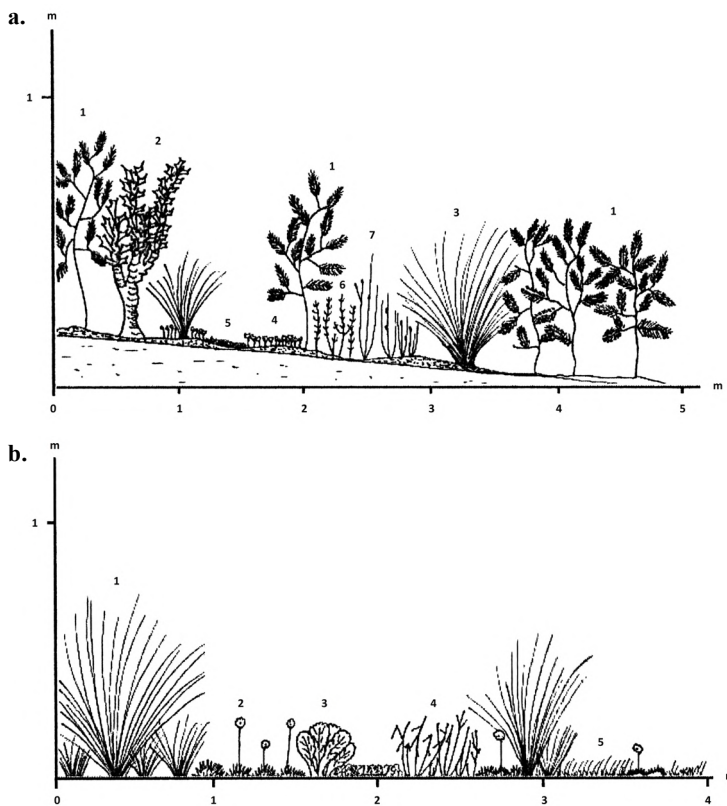


Figura 2. Perfil fisionómico de las asociaciones: A. *Lachemillo orbiculatae*-*Hypericetum phelli*. B. *Plantagino linearis*-*Cortaderietum hapalotrichae*

Asociación *Arcytophyllum mutici*-*Espeletietum conglomeratae* ass. nov. en esta contribución (Tabla 2S, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1872/3358>) (Figura 3A)

Typus: NOR33

Fisionomía-composición: frailejonal-matorral con un estrato herbáceo de crecimiento muy vigoroso con 85 % de cobertura promedio aportado por *Espeletia conglomerata* (cob. prom. 40 %), *Chusquea tessellata*, *Vaccinium floribundum*, *Orthrosanthus chimboracensis* y *Calamagrostis effusa*. En el estrato rasante, con 25 % de cobertura, dominaban *Phlegmariurus cruentus*, *Arcytophyllum muticum*, *Geranium santanderiense* y *Oreobolus goeppingeri*.

Especies diagnósticas: *Espeletia conglomerata*, *Phlegmariurus cruentus*, *Hypericum bryoides*, *Arcytophyllum muticum*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: veredas Carrizal, Móngora y Morquecha, alrededores de las lagunas El Pico y Páez, entre los 3400 y los 3900 m. Se establece en laderas y alrededores de lagunas sobre terrenos planos a ligeramente inclinados con sustratos bien o regularmente drenados, distribuidos entre el subpáramo y el páramo medio (ca. 3470-3870 m, extendiéndose entre ca. 3400-3900 m).

Matorral de *Linochilus rosmarinifolius* y *Chusquea tessellata* (Tabla 2S, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1872/3358>) (Figura 3B)

Levantamiento: SYG01

Fisionomía-composición: matorral con un estrato arbustivo dominado por *Linochilus rosmarinifolius* (cob. prom. 50 %) con *Vaccinium floribundum*. En el estrato herbáceo

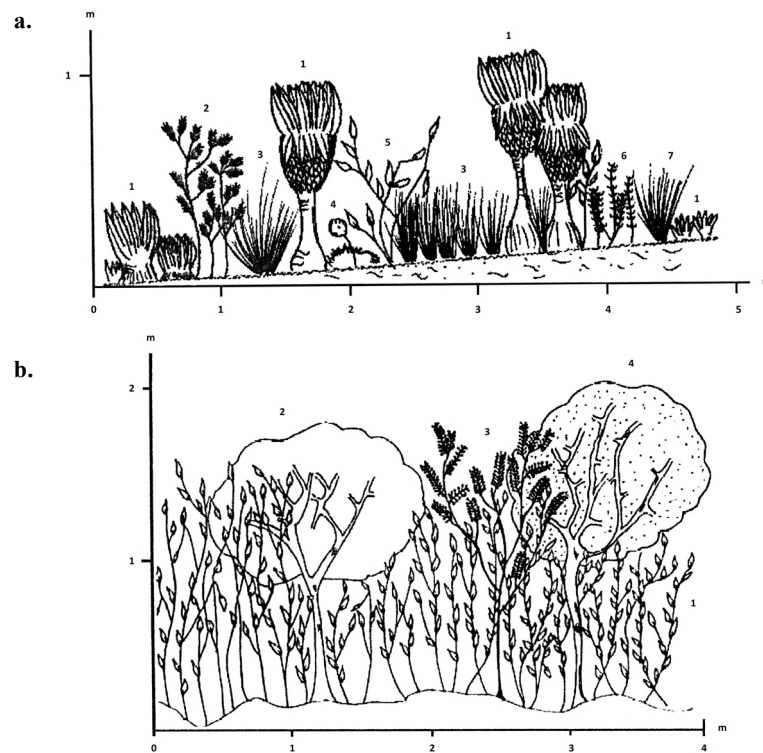


Figura 3. Perfil fisionómico de las asociaciones: **A.** *Arcytophyllum mutici-Espeletietum conglomeratae*. **B.** *Linochilus rosmarinifolius* y *Chusquea tessellata*

figuraban *Chusquea tessellata* (cob. prom. 20 %), *Calamagrostis effusa*, *Castilleja integrifolia* y *Puya bicolor*. En el estrato rasante aparecían *Xyris columbiana*, *Niphogeton kalbreyeri*, *Lachemilla andina*, *Breutelia* cf. *subdisticha* y *Juncus echinocephalus*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal, sector Sisavita, ca. 3450-3550 m. Se establece en sitios secos y húmedos con inclinación mediana, entre los 3400 y los 3600 m. Los matorrales están muy intervenidos por el uso de los elementos leñosos para labores domésticas.

Alianza *Arcytophyllum mutici-Calamagrostion effusae* all. nov. en esta contribución (Tabla 3S, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1872/3358>) (Figura 4A)

Typus: Plantagino sericeae-Calamagrostietum effusae

Fisionomía-composición: la vegetación de la alianza reúne frailejonales-pajonales y pajonales-herbazales, el estrato arbustivo solamente estaba presente en el frailejónal-pajónal de *Calamagrostion effusae-Espeletietum canescentis*. Dominaba el estrato herbáceo muy vigoroso, con 70 % de cobertura y presencia de *Orthrosanthus chimboracensis*, *Halenia asclepiadea*, *Hypericum mexicanum*, *Hypericum juniperinum* e *Hieracium frigidum*. En el estrato rasante, con 25 % de cobertura, dominaban *Arcytophyllum muticum*, *Acaena cylindristachya*, *Eryngium humile*, *Geranium sibbaldioides*, *Geranium santanderiense* e *Hypochaeris sessiliflora*.

Especies diagnósticas: *Arcytophyllum muticum*, *Acaena cylindristachya*, *Eryngium humile*, *Hypericum mexicanum*, *Hypericum juniperinum*, *Arcytophyllum nitidum*, *Oreobolus goeppingeri* y *Lachemilla purdiei*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal; quebrada Quelpa, entre los 3500 y los 3660 m. Se establece sobre suelos bien drenados en laderas con inclinaciones que van desde planas hasta moderadas a fuertes. Había evidencias de perturbación por actividades pecuarias.

Asociación *Calamagrostio effusae-Espeletietum canescentis* ass. nov. en esta contribución **tabla 3S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1872/3358>, **figura 4A**

Typus: NOR27

Fisionomía-composición: frailejonal-pajonal con un estrato arbustivo dominado por *Espeletia canescens* (cob. prom. 40 %), algunos individuos alcanzaban hasta los 4 m de altura. En el estrato herbáceo, con cobertura de 60 %, dominaban *Calamagrostis effusa* y *Chusquea tessellata*, acompañadas por *Parablechnum loxense*, *Hypericum cardonae*, *Orthrosanthus chimboracensis*, *Cortaderia* cf. *hapalotricha* y *Arcytophyllum nitidum*. En el estrato rasante, con 10 % de cobertura, figuraban *Oreobolus goeppingeri*, *Geranium santanderiense*, *Lycopodium jussiaei*, y *Phlegmariurus riobambensis*.

Especies diagnósticas: *Espeletia* cf. *canescens*, *Sphagnum* cf. *magellanicum*, *Puya bicolor*, *Parablechnum loxense*, *Hypericum cardonae*, *Elaphoglossum minutum*, *Chaetolepis lindeniana*, *Phlegmariurus riobambensis* y *Disterigma empetrifolium*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal, valle de la quebrada Quelpa, entre los 3440 y los 3510 m. Se establece sobre sustratos bien drenados en laderas pronunciadas de sectores abiertos y alrededores de cursos de agua.

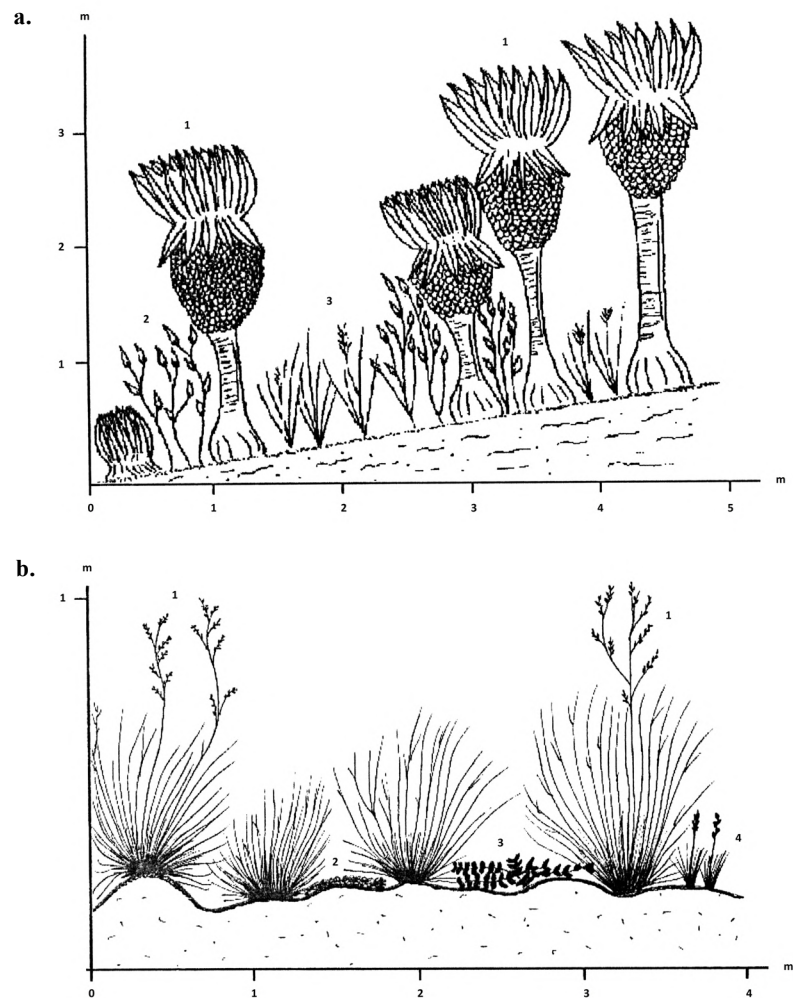


Figura 4. Perfil fisionómico de las asociaciones: **A.** *Calamagrostio effusae-Espeletietum canescentis*. **B.** *Plantagino sericeae-Calamagrostietum effusae*

Asociación *Arcytophyllum mutici-Espeletietum funkii* ass. nov. en esta contribución (Tabla 3S, <https://www.raccefyfyn.co/index.php/raccefyfyn/article/view/1872/3358>)

Typus: SYG20

Fisionomía-composición: Frailejonal-herbazal con un estrato herbáceo de 75 % de cobertura dominado por *Espeletia funkii* (cob. prom. 22 %), *Agrostis* sp. (cob. prom. 30 %) y *Orthrosanthus chimboracensis*. En el rasante, con cobertura de 30 %, dominaba *Arcytophyllum muticum* (cob. prom. 20 %) junto con *Eryngium humile*, *Acaena cylindristachya*, *Breutelia* cf. *subdisticha* y *Neobartsia laniflora*.

Especies diagnósticas: *Agrostis* sp., *Espeletia funkii*, *Neobartsia laniflora* e *Hypericum cardonae*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal; quebrada Quelpa, entre los 3500 y los 3760 m. Se establece sobre sitios secos, en sitios ligeramente inclinados hasta muy inclinados.

Asociación *Plantagino sericeae-Calamagrostietum effusae* ass. nov. en esta contribución (Tabla 3S, <https://www.raccefyfyn.co/index.php/raccefyfyn/article/view/1872/3358>) (Figura 4B)

Typus: NOR23

Fisionomía-composición: pajonal-rosetal bajo con un estrato herbáceo de 60 % de cobertura dominado por *Calamagrostis effusa* (cob. prom. 55 %) acompañada por *Baccharis tricuneata*, *Vaccinium floribundum*, *Hypericum mexicanum* e *Hypericum juniperinum*. En el estrato rasante dominaba ampliamente *Arcytophyllum muticum* junto con *Plantago sericea*, asociadas con *Eryngium humile*, *Valeriana rigida*, *Breutelia* cf. *subdisticha*, *Hypochaeris sessiliflora*, *Geranium sibbaldioides* y *Acaena cylindristachya*.

Especies diagnósticas: *Plantago sericea*, *Baccharis tricuneata*, *Valeriana rigida*, *Breutelia* cf. *karsteniana* y *Noticastrum marginatum*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal, cabecera del valle de la quebrada Romeral, entre los 3200 y los 3950 m. Se establece en sitios planos, secos.

Comunidades transicionales con el bosque altoandino

Asociación *Hesperomelo ferruginae-Ilicetum ellipticae* ass. nov. en esta contribución (Tabla 5)

Typus: NOR07

Fisionomía-composición: matorral alto con un estrato arbustivo dominado por *Ilex elliptica* (cob. prom. 3 %) junto con *Monnina aestuans* (cob. prom. 10 %), *Miconia myrtillifolia* (cob. prom. 8 %) y *Ageratina glyptophlebia* (cob. prom. 3 %). En el estrato herbáceo dominaba *Berberis goudotii* y como especies asociadas figuraban *Linochilus* sp. y *Hesperomeles ferruginea*. En el estrato rasante aparecían *Sibthorpia repens*, *Galium hypocarpium*, *Melpomene flabelliformis*, *Hymenophyllum polyanthos*, *Oxalis* cf. *corniculata*, *Peperomia hartwegiana* y *Campyloneurum amphostenon*.

Distribución-ecología: Norte de Santander, municipio Cucutilla, PNR Sisavita, páramo El Romeral: vereda Carrizal, sector Sisavita, ca. 3200-3600 m. Se establece en sitios secos, en abrigos rocosos y a manera de parches discontinuos.

Consideraciones finales

Patrón de riqueza a nivel taxonómico

En la tabla 4S, <https://www.raccefyfyn.co/index.php/raccefyfyn/article/view/1872/3358>, se muestran los valores de las familias más ricas (especies) en El Romeral y su significado con relación al mismo patrón de los páramos de la cordillera Oriental, de los de Colombia y del bioma paramuno (Costa Rica – Bolivia). El patrón encontrado muestra una tendencia similar, pero las familias más ricas concentraron el 76 % de la riqueza, cifra superior al 51 % que se encuentra en los páramos de la cordillera Oriental y en los de todo el país.

Tabla 5. Composición florística de la asociación *Hesperomelo ferruginae-Ilicetum ellipticae* en el páramo El Romeral (Norte de Santander)

Clase, orden y alianza no definidos			
<i>Hesperomelo ferruginae-Ilicetum ellipticae</i>			
Área (m ²)	50	50	50
Altitud (m)	3200-3600		
Levantamiento original	NOR07	NOR47	SYG02
Cobertura (%)			
Asociación <i>Hesperomelo ferruginae-Ilicetum ellipticae</i>			
<i>Ilex elliptica</i>	6	1	2
<i>Ageratina glyptophlebia</i>	5	1	3
<i>Berberis goudotii</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Sibthorpia repens</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Miconia myrtillifolia</i>	12		6
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	0,5		0,5
<i>Linochilus sp.</i>	2		13
<i>Monnina aestuans</i>		16	5
<i>Campyloneurum amphostenon</i>	1		1
<i>Elaphoglossum minutum</i>	0,5		0,5
<i>Hymenophyllum polyanthos</i>	0,5		0,5
<i>Melpomene flabelliformis</i>	0,5		0,5
<i>Oxalis cf. corniculata</i>	0,5	0,5	
<i>Galium hypocarpium</i>		1	0,5
<i>Peperomia hartwegiana</i>		0,5	0,5

En El Romeral es muy particular la ausencia de representantes de Orchidaceae, tanto en los levantamientos de vegetación como en la flora asociada de los alrededores. Fabaceae y Solanaceae solamente presentaron dos especies de dos géneros, y Lamiaceae, una especie.

Los géneros con mayor número de especies mostraron un patrón similar en la cordillera Oriental y en los páramos de Colombia. Es de destacar la riqueza que presentaron *Lachemilla*, *Agrostis* y *Valeriana* (**Tabla 4S**, <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1872/3358>).

Aspectos de la estructura

En la alianza *Acaeno elongatae-Hypericion phelli* se incluyeron chuscales, matorrales bajos y rosetales y en la alianza *Carici pygmaeae-Chusqueion tessellatae*, chuscales-herbazales y chuscales-matorrales. En *Espeletio conglomeratae-Chusqueion tessellatae* se agruparon chuscales-rosetales, cortaderales-herbazales, frailejonales-matorrales y matorrales, y en la alianza *Arcytophylo mutici-Calamagrostion effusae*, frailejonales-pajonales y pajonales-matorrales.

En general, la vegetación era de porte bajo con predominio en el cubrimiento de los estratos herbáceo y rasante. Un estrato arbustivo bien diferenciado se encontró en las asociaciones *Hyperici phelli-Chusqueetum tessellatae*, *Niphogetonis ternatae-Chusqueetum tessellatae* y *Calamagrostion effusae-Espeletietum canescentis* y en la comunidad de *Linochilus rosmarinifolium* y *Chusquea tessellata*. El estrato herbáceo fue el dominante en la estructura de las asociaciones; los mayores valores se expresaron en las asociaciones *Chusqueo tessellatae-Puyetum bicoloris* y *Arcytophylo mutici-Espeletietum conglomeratae*. El valor máximo de cobertura en el estrato rasante se presentó en *Lachemilla*

orbiculatae-Hypericetum phelli. El número total de especies en las asociaciones varió entre 26 *Niphogetonis ternatae-Chusqueetum tessellatae* y 37 *Hyperico phelli-Puyetum bicoloris*, sintaxón que igualmente presentó el mayor índice de riqueza (77×10^{-2}).

Esquema sintaxonómico

La vegetación del páramo El Romeral (Cucutilla, Norte de Santander), parte del complejo nudo de Santurbán, se clasificó en una clase, un orden y cuatro alianzas. La alianza con mayor número de asociaciones fue *Espeletio conglomeratae-Chusqueion tessellatae*, con tres asociaciones y una comunidad. La alianza *Arcytophylo mutici-Calamagrostion effusae* tuvo tres asociaciones y las alianzas *Acaeno elongatae-Hypericion phelli* y *Carici pygmaeae-Chusqueion tessellatae* incluyeron dos asociaciones cada una.

El arreglo fitosociológico es el siguiente:

Clase *Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietea effusae* (**Rangel & Arellano, 2019**)

Orden *Vaccinio floribundi-Chusquetalia tessellatae* ord. nov.

Alianza *Acaeno elongatae-Hypericion phelli* all. nov.

Asociación *Lachemillo orbiculatae-Hypericetum phelli* ass. nov.

Asociación *Hyperico phelli-Puyetum bicoloris* ass. nov.

Alianza *Carici pygmaeae-Chusqueion tessellatae* all. nov.

Asociación *Hyperici phelli-Chusqueetum tessellatae* ass. nov.

Asociación *Niphogetonis ternatae-Chusqueetum tessellatae* ass. nov.

Alianza *Espeletio conglomeratae-Chusqueion tessellatae* all. nov.

Asociación *Chusqueo tessellatae-Puyetum bicoloris* ass. nov.

Asociación *Plantagino linearis-Cortaderietum hapalotrichae* ass. nov.

Asociación *Arcytophylo mutici-Espeletietum conglomeratae* ass. nov.

Comunidad del matorral de *Linochilus rosmarinifolius* y *Chusquea tessellata*

Alianza *Arcytophylo mutici-Calamagrostion effusae* all. nov.

Asociación *Calamagrostio effusae-Espeletietum canescentis* ass. nov.

Asociación *Arcytophylo mutici-Espeletietum funckii* ass. nov.

Asociación *Plantagino sericeae-Calamagrostietum effusae* ass. nov.

Otras comunidades registradas sin clase, orden o alianza definidas:

Asociación *Hesperomelo ferruginae-Ilicetum ellipticae*

Aspectos sinecológicos

A nivel de categorías superiores (clase y orden), se definió en la región de estudio un arreglo bastante regular. En la distribución de la vegetación a nivel de alianza, se lograron diferenciar dos tendencias que han sido mencionadas y caracterizadas para otras localidades del páramo colombiano. En el patrón asociado con los sitios de suelos húmedos, encharcados, y un microclima muy húmedo predominó *Chusquea tessellata*, como en las alianzas *Carici pygmaeae-Chusqueion tessellatae* y *Espeletio conglomeratae-Chusqueion tessellatae*. Una situación similar ha sido mencionada para los páramos del macizo del Tatamá.

En sitios en los que disminuyó la humedad (encharcamiento del suelo), disminuyó también la importancia ecológica (valores de cobertura y de frecuencia) de *Chusquea tessellata*, como se presenta en la alianza *Acaeno elongatae-Hypericion phelli*. En los sitios secos bien drenados, no se encontraron elementos como *Chusquea tessellata* y *Cortaderia hapalotricha* y se estableció la vegetación de la alianza *Arcytophylo mutici-Calamagrostion effusae*. Este pajonal-matorral es bastante común en otras localidades de la cordillera Oriental que muestran condiciones ecoclimáticas parecidas (**Rangel, 2000; 2018**).

La clase *Orthrosantho chimboracensis-Calamagrostietea effusae* fue propuesta por **Rangel & Arellano (2019)** para la serranía de Perijá con el orden *Espeletio perijaensis-Calamagrostetalia effusae*, que incluye las alianzas *Hyperico magdalenici-*

Calamagrostion effusae, en las cuales se agruparon matorrales y matorrales-pajonales, y *Chusqueo tessellatae-Espeletion perijaensis*, en la que figuraban chuscales y herbazales. Otra alianza de la misma clase y orden, la *Hyperico stricti-Chusqueion tessellatae*, incluía el herbazal de *Geranio holosericei-Plantaginietum sericeae*, mientras que en el páramo de El Romeral se caracterizó la asociación *Plantagino sericeae-Calamagrostietum effusae*. Las dos unidades comparten *P. sericea* y especies dominantes como *Calamagrostis effusa* y *Chusquea tessellata*; las especies diagnósticas en cada caso tipifican de manera clara los dos sintaxones. En Perijá *Arcytophyllum nitidum* es la especie característica dominante a nivel regional, mientras que en Sisavita-Romeral es importante en la alianza *Espeletio conglomeratae-Chusqueion tessellatae*; otra especie muy frecuente en la vegetación del páramo colombiano, *Arcytophyllum muticum*, adquiere valor importante a nivel regional en Sisavita-Romeral. Tanto en Perijá como en Sisavita, varias especies de *Hypericum* dominan en los tipos de vegetación.

Influencia antrópica y conservación de la biodiversidad

En la caracterización de **Galván & Ortiz** (2003), la base principal de disturbios antrópicos era la transformación de áreas planas con pajonales nativos (dominados por *Calamagrostis effusa*) en potreros dedicados a la ganadería extensiva y extensas áreas de cultivo de papa. Asociados con estas dos actividades, se presentan los incendios que poco a poco van modificando la matriz de la vegetación que contiene especies originales hasta homogenizarla con especies tolerantes, pero con un cambio muy fuerte en la fisionomía y en la composición florística original. Este patrón es común a los páramos de la cordillera Oriental y a largo plazo conduce a la pérdida de la biodiversidad por extinciones locales de elementos, como lo ha mencionado **Rangel** (2006, 2018).

Históricamente la zona ha estado vinculada a la minería artesanal del oro, con registros de aprovechamiento activo desde la colonia española. La propuesta de la minería a gran escala, mecanizada y con presencia de grandes corporaciones mineras en la región, tendrá un impacto demasiado fuerte sobre el territorio y las comunidades bióticas, afectará la estructura geológica (superficial) del macizo e interrumpirá la conectividad de los ecosistemas altoandinos con los de la franja paramuna (**Rangel & Arellano**, 2011). Los anteriores eventos ponen en riesgo la continuidad de los servicios ambientales proporcionados por estas zonas altas a los habitantes del área metropolitana de Bucaramanga y de otros municipios que dependen de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico del macizo de Santurbán. Se han adelantado variados y diversos esfuerzos desde los entes regionales con el apoyo de la ciudadanía para la conservación de las condiciones originales de la mayor parte del macizo Santurbán. Entre las estrategias apropiadas de conservación está la declaración de los parques Natural Regional Sisavita y Natural Regional Páramo de Santurbán como áreas protegidas por parte de CORPONOR y CDMB, respectivamente.

Aunque aún no se han definido de manera precisa los límites de las áreas protegidas, se encuentra vigente la Resolución 2090 del 19 de diciembre de 2014 por la cual se delimita el Páramo de Jurisdicciones - Santurbán – Berlín. Sin embargo, según la Sentencia T361 (2017) de la Corte Constitucional, se requiere una nueva delimitación. En este ejercicio es importante tener en cuenta propuestas de manejo integrado que permitan consolidar una respuesta apropiada para los intereses de la minería mecanizada a gran escala, como lo establece el documento elaborado por **CORPONOR** (2012).

Material suplementario

Ver el material suplementario en <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/1872/3358>

Agradecimientos

A la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, por su apoyo económico para el trabajo de campo de las autoras principales; al Herbario Nacional

Colombiano (COL), por el acceso a las colecciones, y a la Escuela de Biología y el Herbario UIS de la Universidad Industrial de Santander (Humberto García-Pinzón[†], Adriana Gómez-Reyes), por su apoyo para la revisión de ejemplares y las facilidades logísticas para la preparación del material botánico. A los especialistas que colaboraron generosamente en la determinación de ejemplares (Diego Giraldo-Cañas – COL, Andrey Ojeda – HJTT, Jesús Mavárez – CNRS). A los proyectos “Inventario, sostenibilidad y conservación de la biodiversidad de Colombia” y “Síntesis fitosociológica de la vegetación de la región de vida paramuna colombiana”, desarrollados por los grupos de investigación Biodiversidad y Conservación de la Universidad Nacional de Colombia y Biota y Sociedad del Herbario J.J. Triana, por su apoyo en el proceso de integración y análisis de datos. A Fabio Garcés por la elaboración de los perfiles de vegetación. A los dos revisores anónimos cuyas sugerencias ayudaron a mejorar la presentación final del manuscrito.

Contribución de los autores

S.Y.G.C. y N.Y.O.R. realizaron el trabajo de campo, recolectaron y procesaron el material botánico, y participaron en la discusión de resultados y en la elaboración de la versión final del manuscrito; R.S. colaboró en el trabajo de campo, en la recolección y determinación de material, asesoró en aspectos taxonómicos y participó en la discusión y elaboración de la versión final; J.P.Z. revisó la nomenclatura fitosociológica y actualizó los aspectos taxonómicos de varias familias de plantas y participó en la elaboración del manuscrito; J.O.R.C. participó en la actualización de la nomenclatura taxonómica, y coordinó la elaboración y el formato académico de la presentación de la versión final del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no tenemos ningún conflicto de intereses personal ni institucional.

Referencias

- Braun-Blanquet, J.** (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. H. Blume editores. Madrid. 820 p.
- Cleef, A.M.** (1981). The vegetation of the páramos of the Colombian Cordillera Oriental. *Dissertationes Botanicae*, 61:320. J. Cramer, Vaduz.
- Córdoba-C., S., Estela, F. A., Mendoza, H., Ospina, M., Prieto, A., Pulido, A., Gil, I., Tovar, D., Álvarez, G.** (2002). Caracterización biológica del Sector de Sisavita, municipio de Cucutilla, Norte de Santander. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental – GEMA, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Informe Técnico Inédito. Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional de La Frontera Nororiental - CORPONOR.** (2009). Plan de Administración y Manejo Ambiental Parque Natural Regional Sisavita. 74 pp. Cúcuta.
- Cuatrecasas, J.** (1934). Observaciones geobotánicas en Colombia. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Serie Botánica, 27, 144 pp. Madrid.
- Cuatrecasas, J.** (1958). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 10 (40): 221-268.
- Galván, S.Y., Ortiz, N.Y.** (2003). Análisis florístico y estructural de la vegetación del páramo de Sisavita. Norte de Santander. Trabajo de grado, escuela de Biología Universidad Industrial de Santander (Bucaramanga).
- Hernández-A, M.** (2002). Caracterización de la diversidad de la vegetación a nivel alfa (familias, géneros y especies) y a nivel beta (comunidades) en un gradiente altitudinal del páramo de la Rusia, Duitama (Boyacá). *Tesis de grado*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, D.C.
- Hernández-A., M., Rangel-Ch., J.O.** (2003). Catálogo florístico del páramo de la Rusia, Duitama (Boyacá). En: Angel-J., C. (ed.). Congreso Mundial de Páramos. Tomo I. 379-428. Conservación internacional-Colombia-Ministerio del medio ambiente ISBN: 9588096251
- Izco, J., Del Arco, M.** (2003). Código Internacional de Nomenclatura Fitosociológica. Universidad de la Laguna. 155 pp. España.

- McCune, B., Mefford, J.** (1999). PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 4.41 electronic manual. MjM software, Gleneden Beach, Oregon.
- Rangel-Ch., J.O.** (2000). La diversidad beta: tipos de vegetación. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna*. Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander von Humboldt.
- Rangel-Ch., J.O.** (2006). The biodiversity of the Colombian páramo region and its relation to antropogenic impact: 103-118. En: E. Spehn, M. Liebermann y C. Korner (eds). *Land use change and mountain biodiversity*. CRC Press. Taylor & Francis Group.
- Rangel-Ch., J.O.** (2018). El páramo colombiano: aspectos macroecológicos y ecológicos. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica XVI. Patrones de riqueza y de diversidad de las plantas con flores en el bioma de páramo*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales.
- Rangel-Ch., J.O., Lozano-C., G.** (1986). Un perfil de vegetación entre la Plata (Huila) y el Volcán del Puracé. *Caldasia* 14 (68-70), 503-547.
- Rangel-Ch., J.O., Sturm, H.** (1995). Consideraciones sobre la vegetación, la productividad primaria neta y la artropofauna asociada en regiones paramunas de la cordillera Oriental. En: L.E. Mora y H. Sturm. (eds.). *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino cordillera Oriental de Colombia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Rangel-Ch., J.O., Arellano-P., H.** (2019). La vegetación de la serranía de Perijá, Colombia: páramo, selvas y bosques. En: J.O. Rangel-Ch., M.G. Andrade-C., C. Jarro-F. & G. Santos-C. (eds). *Colombia Diversidad Biótica XVIII. Biodiversidad y territorio de la serranía de Perijá (Cesar-Colombia)*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales. Parques Nacionales Naturales.
- Rangel-Ch., J.O., Arellano, H.** (2011). Exploración minera en Santurbán: un nuevo intento de burla. UNPeriódico 143. 10 de abril.
- Sturm, H., Rangel-Ch., J.O.** (1985). *Ecología de los páramos andinos. Una visión preliminar integrada*. Instituto de Ciencias Naturales.
- Theurillat, J.P., Willner, W., Fernández-G., F., Bültmann, H., Čarni, A., Gigante, D., Mucina, L., Weber, H. (†).** (2020). International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th Edition. *Applied Vegetation Science* 24, 1-62. <https://doi.org/10.1111/avsc.12491>.