

ARTÍCULO ORIGINAL

Floravascular y liquénica asociada a especies simpátricas de *Puya* (Bromeliaceae) en el Parque Nacional Natural Chingaza (Colombia)

Vascular and lichen flora associated with sympatric species of *Puya* (Bromeliaceae) in Chingaza National Natural Park (Colombia)

Rubén Darío González-Román¹ , Luz Nancy Mateus-Vargas¹ ,
Juan Daniel Beltrán-Quiñones¹ 

¹ Semillero Phytofilos, Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca.
Facatativá, Cundinamarca, Colombia.

*Autor de correspondencia: rubendgonzalez@ucundinamarca.edu.co

Recibido: 03/10/2022 Aceptado: 09/12/2022 Publicado: 30/12/2022

Cómo citar este artículo:

González-Román, R., Mateus-Vargas, L., y Beltrán-Quiñones, J. (2022). Flora vascular y liquénica asociada a especies simpátricas de *Puya* (Bromeliaceae) en el Parque Nacional Natural Chingaza (Colombia). *Ciencias Agropecuarias*, 8(2), 63-71. <https://doi.org/10.36436/24223484.697>

Resumen

En el ecosistema paramuno del Parque Nacional Natural Chingaza se han registrado siete especies simpátricas del género *Puya* (familia *Bromeliaceae*), que pueden presentar adaptaciones o estrategias para evitar la competencia entre ellas, conocidas como fragmentación de nicho ecológico. Con el objetivo de identificar patrones de asociatividad biológica que evidencien fragmentación de nicho en las especies *Puya cryptantha* y *P. goudotiana*, se registraron individuos de angiospermas y de líquenes asociados a estas dos especies de cardones en el sector de Piedras

Gordas (Fómeque, Cundinamarca). Se identificaron 18 morfotipos de plantas con flores y 23 de líquenes, siendo las familias más representadas *Asteraceae* y *Parmeliaceae*, respectivamente. La mayoría de las especies de plantas (14) y líquenes (16) se encontraban asociadas a la especie *P. goudotiana*, mientras que cinco angiospermas y 13 líquenes a *P. cryptantha*; únicamente una planta y cinco líquenes estaban asociadas a las dos especies de cardones. Sin embargo, los patrones de asociatividad podrían estar más relacionados con las características ambientales y microclimáticas del ecosistema de páramo y con las intervenciones humanas en la zona. Serán necesarios mayores esfuerzos de muestreo para determinar si las especies de puyas del Parque Nacional Natural Chingaza adoptan fragmentaciones de nicho.

Palabras clave: Cardones, fragmentación de nicho, páramo, *Puya goudotiana*, *Puya cryptantha*.

Abstract

In the páramo ecosystem of Chingaza National Natural Park, seven sympatric species of the genus *Puya* (family *Bromeliaceae*) have been reported. These species may exhibit evolutionary and ecological adaptations or strategies to avoid competition among them, a phenomenon known as ecological niche partitioning. To identify patterns of biological associativity that indicate niche fragmentation in the species *Puya cryptantha* and *P. goudotiana*, individuals of angiosperms and lichens associated with these two species of puyas were recorded in the Piedras Gordas locality (Fómeque, Cundinamarca). Eighteen morphotypes of flowering plants and 23 of lichens were identified, with the most represented families being *Asteraceae* and *Parmeliaceae*, respectively. Most of the angiosperm (14) and lichen species (16) were associated with *P. goudotiana*, while five angiosperms and 13 lichens were associated with *P. cryptantha*; only one flowering plant and five lichens were associated to both *Puya* species. However, the associativity patterns could be more related to environmental and microclimatic characteristics provided by the paramo ecosystem and human interventions in the locality. Further sampling efforts are needed to determine whether niche partitioning strategies are adopted by the *Puya* species in Chingaza National Natural Park.

Keywords: Cardons, niche partitioning, páramo, *Puya goudotiana*, *Puya cryptantha*.

Introducción

El páramo es un ecosistema propio de las altas montañas de los Andes tropicales (entre los 3 200 y los 4 700 m de altitud), concretamente en Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú (1). Sus especies se caracterizan por estar adaptadas a bajas temperaturas y alta radiación solar. Este ecosistema alberga muchas especies endémicas y es vital para el suministro de agua a las poblaciones humanas cercanas (2, 3).

Uno de los grupos de plantas más representativos del páramo son las puyas o cardones del género *Puya* Molina, familia *Bromeliaceae*. Son plantas terrestres con una estructura de crecimiento tipo roseta acaule que miden entre 1 y 8 m de alto y poseen inflorescencias terminales de hasta 3 m. También tienen espinas en los márgenes de sus hojas (4), que son reconocidas como especies emblemáticas de los sistemas paramunos en Colombia. En el Parque Nacional Natural [PNN] Chingaza se han identificado siete especies simpátricas del género *Puya*: *P. cryptantha* Cuatrec., *P. goudotiana* Mez, *P. lineata* Mez, *P. nitida* Mez, *P. loca* Madriñán, *P. santosii* Cuatrec y *P. trianae* Baker (1, 5).

En este contexto, se denominan simpátricas a dos o más especies evolutivamente relacionadas que coexisten en una misma zona geográfica (6); si estas están cercanamente emparentadas, se consideran competidoras directas por recursos, por lo que la selección

natural favorecerá que una de ellas desaparezca o que estas desarrollen estrategias diferenciales que les permitan coexistir sin competencia, lo que se conoce como fragmentación de nicho (7-9).

El nicho ecológico de una especie puede definirse, según Hutchinson (10), como “todas aquellas condiciones óptimas en el hipervolumen n-dimensional (condiciones bióticas y abióticas) en las cuales la especie puede y podría lograr su desarrollo y subsistencia”, reconociendo dos niveles en este concepto: el nicho fundamental, definido por las condiciones abióticas del ambiente, y el nicho efectivo, dado por las interacciones bióticas de la especie con otros organismos (11).

Así, el objetivo general de esta investigación fue identificar patrones de asociatividad biológica que evidencien la fragmentación de nicho en especies simpátricas de puyas del PNN Chingaza mediante la caracterización de la diversidad de plantas vasculares y líquenes presentes en la zona de estudio. Esta investigación se enmarca en el proyecto “Caracterización de nichos en especies de plantas simpátricas del páramo de Chingaza y sus implicaciones para estrategias de conservación” (código 51048), desarrollado entre 2021 y 2022 por la Universidad de Cundinamarca y la Universidad Nacional de Colombia.

Materiales y métodos

Se realizaron observaciones y registros de angiospermas y líquenes en un diámetro de

dos metros de individuos de *P. goudotiana* y *P. cryptantha*, adaptando metodologías propuestas por Sánchez-González y González-Ledesma (12), González-Pendás y Pérez-Hernández (13), en el sector de Piedras Gordas (Fómeque, Cundinamarca), jurisdicción del PNN Chingaza, en septiembre de 2022. Las coordenadas generales del sitio de muestreo son 4°31'24" N, 73°46'05" W, con una altitud de ~3 600 m. s. n. m. y un ecosistema de páramo.

El material se revisó en el campo y posteriormente se analizó en los laboratorios de la extensión Facatativá de la Universidad de Cundinamarca por los docentes y estudiantes miembros del semillero Phytofilos. Para la determinación taxonómica de los especímenes, se utilizaron claves dicotómicas especializadas para páramos, así como catálogos e inventarios florísticos del PNN Chingaza (1, 4, 14).

Resultados y discusión

Se identificaron 18 morfotipos de plantas vasculares (14 determinados a nivel de especie, 1 a género, 2 a familia y 1 sin determinar) (Tabla 1). La familia más abundante fue *Asteraceae* (22 % de los morfotipos), lo que coincide con su enorme abundancia de especies, ya que se trata de la familia más diversa entre todas las plantas.

Todas las especies registradas en este estudio ya habían sido reportadas previamente en el PNN Chingaza (1, 14), algunas con rangos de

distribución amplios (que abarcan varios países de Suramérica), aunque cabe destacar la presencia del charne, *Bucquetia glutinosa* (*Melastomataceae*), especie endémica de los páramos de Colombia (Figura 1A). También se registraron especies emblemáticas de los sistemas paramunos colombianos, como *Espeletia killipii* (frailejón de Guasca), *Paepalanthus alpinus* (estrella de páramo) o *Cortaderia nitida* (cortadera) (Figuras 1B y 1C). Del mismo modo, se identificaron individuos de las especies *Castilleja integrifolia* y *Neobartsia ramosa* (*Orobanchaceae*), que poseen hábitos parasíticos o hemiparásitos, ya que obtienen parte de sus nutrientes directamente de otras especies de plantas a las que se encuentran asociadas, entre ellas los cardones *P. goudotiana* y *P. cryptantha*, de interés para este estudio (15).

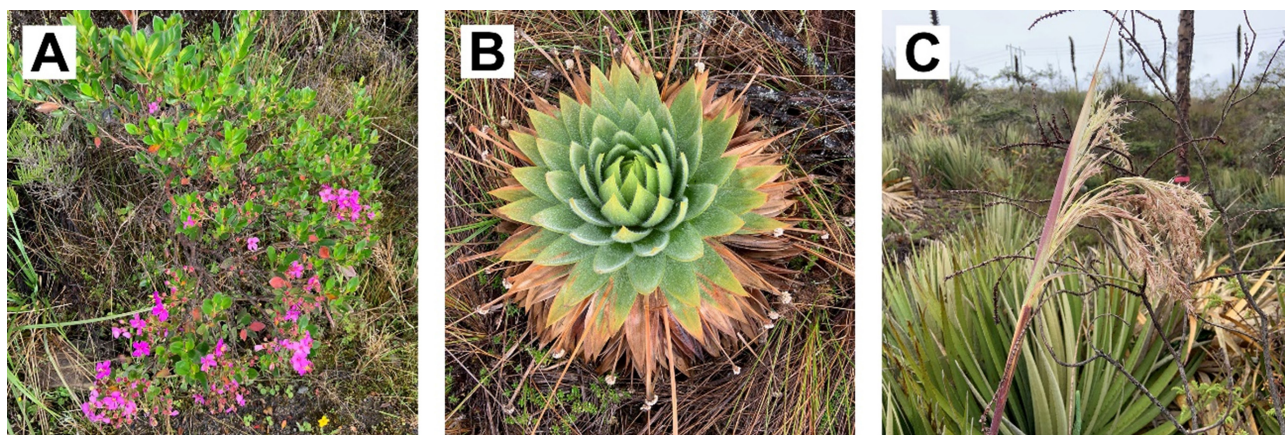
En el caso de los líquenes, se revisaron 35 muestras correspondientes a 23 morfotipos (16 determinados a nivel de especie y 7 a nivel de género) de 9 familias (Tabla 2). En la Figura 2 se muestran fotografías de algunas especies.

La familia *Parmeliaceae* es la que presenta una mayor representación, con cuatro géneros y ocho especies. Asimismo, es la más característica de la flora líquénica colombiana, con una presencia del 16,8 % en el territorio, y la más abundante en la flora del parque, con la presencia de 27 géneros (16). El género más representativo es *Hypotrachyna*, con cinco especies (aunque solo se han determinado tres

Tabla 1. Listado de especies de angiospermas encontradas y asociadas a *P. cryptantha* y *P. goudotiana*.

Num.	Familia	Especie	Puya asociada
1	-	-	<i>Puya goudotiana</i>
2	Asteraceae	-	<i>Puya cryptantha</i>
3		-	<i>Puya goudotiana</i>
4		<i>Baccharis tricuneata</i> (L.fil.) Pers.	<i>Puya goudotiana</i>
5		<i>Espeletia killipii</i> Cuatrec.	<i>Puya goudotiana</i>
6	Caprifoliaceae	<i>Valeriana pilosa</i> Ruiz & Pav.	<i>Puya goudotiana</i>
7	Caryophyllaceae	<i>Cerastium arvense</i> L.	<i>Puya goudotiana</i>
8	Ericaceae	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC.	<i>Puya goudotiana</i>
9	Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus alpinus</i> Körn.	<i>Puya goudotiana</i>
10	Gentianaceae	<i>Halenia major</i> Wedd.	<i>Puya cryptantha</i> , <i>P. goudotiana</i>
11	Hypericaceae	<i>Hypericum</i> cf. <i>lycopodioides</i> Triana & Planch.	<i>Puya goudotiana</i>
12		<i>Hypericum juniperinum</i> (L.fil.) Kunth	<i>Puya cryptantha</i>
13	Iridaceae	<i>Sisyrinchium</i> sp.	<i>Puya cryptantha</i>
14	Melastomataceae	<i>Bucquetia glutinosa</i> (L.fil.) DC.	<i>Puya goudotiana</i>
15	Orobanchaceae	<i>Castilleja integrifolia</i> L.fil.	<i>Puya goudotiana</i>
16		<i>Neoartsia ramosa</i> (Molau) Uribe-Convers & Tank	<i>Puya cryptantha</i>
17	Plantaginaceae	<i>Aragoa abietina</i> Kunth	<i>Puya goudotiana</i>
18	Poaceae	<i>Cortaderia nitida</i> (Kunth) Pilg.	<i>Puya goudotiana</i>

Fuente: elaboración propia.

**Fig. 1.** Especies de plantas representativas del ecosistema paramuno del sector de Piedras Gordas (PNN Chingaza). **A.** *Bucquetia glutinosa* (charne); **B.** *Paepalanthus alpinus* (estrella de páramo); **C.** *Cortaderia nitida* (cortadera).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Listado de especies de líquenes encontrados y asociados a *P. cryptantha* y *P. goudotiana*.

Num.	Familia	Especie	Puya asociada
1	Cladoniaceae	<i>Cladonia coccifera</i> (L.) Willd.	<i>Puya goudotiana</i>
2		<i>Cladonia confusa</i> R.Sant.	<i>Puya goudotiana</i>
3	Collemataceae	<i>Leptogium cyanescens</i> (Ach.) Körb.	<i>Puya goudotiana</i>
4		<i>Leptogium phyllocarpum</i> (Pers.) Mont.	<i>Puya cryptantha</i>
5	Hygrophoraceae	<i>Cora pavonia</i> (Weber & D.Mohr) Fr.	<i>Puya goudotiana</i>
6	Lobariaceae	<i>Sticta arachnofuliginosa</i> B.Moncada & Lücking	<i>Puya cryptantha</i> , <i>P. goudotiana</i>
7		<i>Sticta dioica</i> B.Moncada & Lücking	<i>Puya goudotiana</i>
8		<i>Sticta gyalocarpa</i> (Nyl.) Trevis.	<i>Puya cryptantha</i>
9		<i>Sticta laciniosa</i> D.J.Galloway	<i>Puya cryptantha</i>
10		<i>Sticta</i> sp.	<i>Puya goudotiana</i>
11	Pannariaceae	<i>Pannaria andina</i> P.M.Jørg. & Sipman	<i>Puya cryptantha</i> , <i>P. goudotiana</i>
12	Parmeliaceae	<i>Anzia parasítica</i> (Fée) Zahlbr.	<i>Puya cryptantha</i>
13		<i>Hypotrachyna</i> (Everniastrum) sp.	<i>Puya cryptantha</i> , <i>P. goudotiana</i>
14		<i>Hypotrachyna physcioides</i> (Nyl.) Hale	<i>Puya cryptantha</i>
15		<i>Hypotrachyna sinuosa</i> (Sm.) Hale	<i>Puya goudotiana</i>
16		<i>Hypotrachyna</i> sp. 1	<i>Puya goudotiana</i>
17		<i>Hypotrachyna</i> sp. 2	<i>Puya cryptantha</i>
18		<i>Oropogon</i> sp.	<i>Puya cryptantha</i>
19		<i>Usnea barbata</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg	<i>Puya goudotiana</i>
20	Peltigeraceae	<i>Lobariella parmelioidea</i> B.Moncada & Lücking	<i>Puya cryptantha</i> , <i>P. goudotiana</i>
21		<i>Peltigera</i> sp.	<i>Puya goudotiana</i>
22	Physciaceae	<i>Heterodermia</i> sp.	<i>Puya goudotiana</i>
23	Stereocaulaceae	<i>Stereocaulon pityrizans</i> Nyl.	<i>Puya cryptantha</i> , <i>P. goudotiana</i>

Fuente: elaboración propia.

a nivel específico), coincidiendo nuevamente con los registros a nivel nacional y dentro del parque, como uno de los géneros de mayor representatividad (1).

Catorce de los morfotipos de angiospermas revisadas se encontraban asociados a la es-

pecie *P. goudotiana* y solo cinco, a *P. cryptantha* (Tablas 1 y 3). Solo una especie (5,5 % del total de morfotipos), *Halenia major* (conocida como cachitos), de amplia distribución en el páramo de Chingaza (1), se encontraba asociada a ambas especies de puyas. La asociatividad de especies de plantas (Tabla 3) se corres-



Fig. 2. Especies de plantas encontradas en el ecosistema paramuno del sector de Piedras Gordas (PNN Chingaza). **A.** *Lobariella parmelioides*; **B.** *Pannaria andina*; **C.** *Cora pavonia*
Fuente: elaboración propia.

ponde con lo observado en el campo, puesto que la mayoría de los especímenes de *P. goudotiana* se encontraban en zonas bajas más o menos conservadas (sin influencia directa de perturbaciones antrópicas), rodeadas de una mayor cantidad de especies de otras plantas, mientras que los cardones de *P. cryptantha* se ubicaban en zonas más intervenidas, como los bordes de las carreteras, por lo que se encontraban menos asociados a otras especies de plantas.

De manera similar, se encontraron 22 individuos de líquenes asociados a *P. goudotiana* (16 morfoespecies) y 13 a *P. cryptantha* (12 morfoespecies). Entre estas, solo cinco de las morfoespecies (21,7 %) se encontraban asociadas a las dos especies de cardones (Tablas 2 y 3). Al igual que con las angiospermas, el factor diferencial parece ser el área donde se encontraban cada uno de los ejemplares *P. goudotiana* estaba presente en una zona baja alejada de la perturbación de la ruta ca-

rreteable, lo que permitía mayor resguardo y mayor acumulación de humedad ambiental. Según Cleef (17), esto se ve reflejado en la alta presencia de líquenes terrícolas de crecimiento folioso, representado por los géneros *Sticta* e *Hypotrachyna* en el caso de la presente investigación.

Los efectos de la intervención humana en la adopción y el reconocimiento de la fragmentación de nichos han sido estudiados en años recientes, sobre todo en mamíferos (18), identificando interacciones antrópicas directas e indirectas en estos procesos ecológicos y evolutivos. Por tanto, son necesarios mayores esfuerzos de muestreo que involucren otras especies simpátricas del género *Puya*, más localidades dentro de la zona geográfica estudiada y, si es posible, un mayor número de grupos biológicos asociados (como artrópodos y microorganismos, entre otros) para generar conclusiones más robustas frente a esta estrategia evolutiva en plantas (6, 9).

Tabla 3. Número de especies de angiospermas y líquenes asociadas a *P. cryptantha* y a *P. goudotiana* en la localidad de muestreo

	<i>Puya cryptantha</i>	<i>Puya goudotiana</i>	Num. de especies compartidas
Angiospermas	5	14	1
Líquenes	13	16	5

Fuente: autores.

Conclusiones

Los patrones de asociatividad de las plantas vasculares y los líquenes con las especies de puyas reconocidas en el presente estudio podrían ser indicativos de la fragmentación de nichos entre estos cardones. Sin embargo, a la luz de los resultados obtenidos, es posible que los patrones de distribución de angiospermas y hongos liquenizados observados se encuentren más relacionados con las características ambientales y microclimáticas aportadas por el ambiente de páramo y las zonas donde se encontraban los individuos muestreados de las especies de puyas.

Agradecimientos

A la Universidad de Cundinamarca y a la Universidad Nacional de Colombia por la financiación y la ejecución del proyecto; a los profesores e investigadores Liliana García-Morantes, Daniel Cubillos-Pedraza, Pedro Padilla-González, Carlos Calderón-Ricardo y Mábel Velásquez-Molano por su acompañamiento en el terreno y la ejecución del proyecto. Finalmente, a los docentes y estudiantes integrantes del semillero Phytofilos del pro-

grama de Ingeniería Agronómica (Universidad de Cundinamarca, extensión Facatativá).

Declaración de conflicto de intereses:

Los autores declaran expresamente que no existe ningún tipo de contribución externa u otras que podrían influir en los resultados o hipótesis presentados y dar lugar a un conflicto de intereses (relaciones comerciales, financieras, personales, etc.).

Referencias

- [1] Vargas O, Pedraza P. El Parque Nacional Natural Chingaza. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, departamento de Biología; 2004. 228 p.
- [2] Cañón DM, Mojica YA. El oro o el agua, el caso del páramo de Santurbán. Questionar Investig. Específica [Internet]. 1 de enero de 2017; 5(1):105-19. Disponible en: <https://revistas.uamerica.edu.co/index.php/rques/article/view/104>
- [3] Méndez OL. Aproximaciones al ensamblaje del agua desde el manejo de la alta montaña, caso de un sector del sistema Chingaza en Colombia. Trab. Soc. [Internet]. 1 de julio de 2022; 24(2):143-79. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/tsocial/article/view/98980>
- [4] Marín C, Parra S, editores. Fichas Bitácora de flora, guía visual de plantas de páramos en Colombia.

- [Internet]. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; 2015. 274 p. Disponible en: http://i2d.humboldt.org.co/ceiba/resource.do?r=fichascbc_paramo_2015.
- [5] Madriñán S. Una nueva especie de *Puya* (Bromeliaceae) de los páramos cercanos a Bogotá, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* [Internet]. 24 de agosto de 2015; 39(152):389-98. Disponible en: <https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/223>
- [6] Peterson ML, Rice KJ, Sexton JP. Niche partitioning between close relatives suggests trade-offs between adaptation to local environments and competition. *Ecol. Evol.* 2013;3(3):512-22. doi:10.1002/ece3.462.
- [7] Brown WL, Wilson EO. Character displacement. *Syst. Zool.* [Internet]. 1 de junio de 1956; 1956;5(2):49-64. Disponible en: <https://academic.oup.com/sysbio/article-abstract/5/2/49/1733978>
- [8] Jablonski PG, Borowiec M, Nawakowski JJ, Stawarczyk T. Ecological niche partitioning in a fragmented landscape between two highly specialized avian flush-pursuit foragers in the Andean zone of sympatry. *Sci. Rep.* 2020;10:22024. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78804-2>.
- [9] File AL, Murphy GP, Dudley SA. Fitness consequences of plants growing with siblings: reconciling kin selection, niche partitioning and competitive ability. *Proc. R. Soc. B.* 2012;279:209-18. doi:10.1098/rspb.2011.1995.
- [10] Hutchinson GE. Concluding remarks. *Cold Spring Harb. Sympos. Quant. Biol.* 1957;22:415-27. <https://doi.org/10.1101/SQB.1957.022.01.039>.
- [11] Mota-Vargas C, Encarnación-Luévano A, Ortega-Andrade HM, Prieto-Torres DA, Peña-Peniche A, Rojas-Soto OR. Una breve introducción a los modelos de nicho ecológico. En: Moreno CE, editor. *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Libermex; 2019. p. 39-63.
- [12] Sánchez-González A, González-Ledesma M. Técnicas de recolecta y herborización de plantas. En: Contreras RA, Goyenechea I, Cuevas CC, Iturbe U, editores. *La Sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad*. México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; 2007. p. 177-93.
- [13] González-Pendás E, Pérez-Hernández V, Acosta-Ramos Z, Vento AD, Varela N, Jover A, et al. Manual revisado para colecta y herborización de especies de plantas cubanas. *Rev. ECOVIDA* [Internet]. 23 de julio de 2015; 5(1):117-38. Disponible en: <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/71>
- [14] Madriñán S. *Flora ilustrada del páramo de Chingaza: guía de campo de plantas comunes*. Bogotá, Colombia: Ediciones Uniandes. 3 ed. 2010.
- [15] González F, Pabón-Mora N. A new species of *Castilleja* (Orobanchaceae) from the páramos of the Colombian eastern cordillera, with comments on its association with *Plantago rigida* (Plantaginaceae). *Caldasia* [Internet]. 1 de julio de 2013; 35(2):261-72. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/41196>
- [16] Aguirre J, Rangel JO. Riqueza y aspectos ecológicos y fitogeográficos sobre la flora de líquenes. En: Rangel JO, editor. *Colombia Diversidad Biotica VI. Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2008. 592 p.
- [17] Cleef AM. Humid cloud superpáramo probably acts as a plant diversity centre and as a cool refuge: the case of Nevado de Sumapaz, Colombia. En: Van der Hammen T, editor. *La Cordillera Oriental Colombiana, Transecto Sumapaz*. Althengstett, Alemania: J. Cramer, Druckhaus Weber GmbH; 2008.
- [18] Sévêque A, Gentle LK, López-Bao JV, Yarnell RW, Uzal A. Human disturbance has contrasting effects on niche partitioning within carnivore communities. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 2020;95(6):1689-1705. <https://doi.org/10.1111/brev.12635>