

MUSGOS (BRYOPHYTA) DE BOSQUES DE *POLYLEPIS SERICEA* (ROSACEAE) DEL ESTADO MÉRIDA (VENEZUELA)

JESUS DELGADO¹ y YELITZA LEÓN-VARGAS²

Summary: The mosses (Bryophyta) of *Polylepis sericea* (Rosaceae) forests from Mérida state (Venezuela). Herein, we publish a list of 90 species of mosses associated with *Polylepis sericea* forests in Mérida, Venezuela. The Leucobryaceae family is the most diverse with 14 species followed by Bryaceae, Bartramiaceae and Pottiaceae. The most diverse genera are *Campylopus* (14 species), *Leptodontium* (5), *Breutelia* (4), *Bryum* (4), *Zygodon* (4) and *Racomitrium* (3). In these forests the acrocarpic mosses are dominant: represented by 68 species, of which tall turfs are the most frequent (41.11%), followed by short turfs (24.44%) and extensive mats (8.89%). The phytogeographic analysis shows a predominance of neotropical elements (36%), over worldwide distributed elements (27%). Thirty-nine species are exclusive to Sierra Nevada of Mérida and 34 to Sierra de la Culata. Only 19% of the species is shared by both Sierras, indicating that there is high beta diversity in the studied forests. In Venezuela the bryoflora of *Polylepis* forests is more similar to the Bolivian forests. The species *Drepanocladus sordidus* (Amblystegiaceae), *Myurella sibirica* (Plagiotheciaceae) and *Pleurochaete luteola* (Pottiaceae) are added to Venezuelan moss flora, as well as nine new records for the bryoflora of the Mérida state.

Key words: Bryophyta, forest, mosses, Paramo, *Polylepis sericea*, Venezuela.

Resumen: Se presenta un listado de 90 especies de musgos asociados a parches de bosques de *Polylepis sericea* Wedd., en el estado Mérida, Venezuela. La familia Leucobryaceae es la más diversa con 14 especies. Bryaceae, Bartramiaceae y Pottiaceae, le siguen en orden de importancia taxonómica. Los géneros más diversos son *Campylopus* (14 especies), *Leptodontium* (5), *Breutelia* (4), *Bryum* (4), *Zygodon* (4) y *Racomitrium* (3). La condición acrocárpica es la dominante, representada por 68 especies, siendo los tepes altos los más frecuentes (41,11%), seguidos por los tepes cortos (24,44%) y los tapetes extensivos (8,89%). El análisis fitogeográfico muestra una predominancia del elemento neotropical (36%) sobre el elemento ampliamente distribuido en el mundo (27%). En la Sierra Nevada de Mérida, son exclusivas 39 especies y 34 en la Sierra de La Culata. Solo el 19% de las especies es compartido por ambas sierras, indicando que existe un recambio de las especies en los parches de bosque inventarios lo que podría estar asociado con variables físicas y ambientales de cada localidad. Se adicionan las especies *Drepanocladus sordidus* (Amblystegiaceae), *Myurella sibirica* (Plagiotheciaceae) y *Pleurochaete luteola* (Pottiaceae) a la brioflora venezolana, así como nueve nuevos registros para la brioflora del estado Mérida.

Palabras clave: Bosques, Bryophyta, musgos, páramo, *Polylepis sericea*, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Los bosques altoandinos de *Polylepis* Ruiz & Pav., son sistemas forestales complejos, no sólo por

los roles ecológicos que cumplen en la dinámica en la alta montaña tropical y subtropical, sino también por los factores antropogénicos que están implicados en su distribución (Gareca *et al.* 2010; Toivonen, 2014). *Polylepis*, está constituido por especies en su mayoría arbóreas, que se distribuyen en los bosques montanos y altoandinos de la Cordillera de Los Andes, desde Venezuela hasta el norte de Chile y el noreste-centro de Argentina (Simpson, 1979; Kessler, 2002; Mendoza & Cano, 2011). Este género incluye especies de árboles o

¹ Postgrado en Botánica Taxonómica Neotropical (BOTANE), Instituto Jardín Botánico de Mérida. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

² Instituto Jardín Botánico de Mérida. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

arbustos, que forman bosques con poblaciones muy fragmentadas en toda la extensión de la Cordillera de Los Andes (Kessler & Schmidt-Lebuhn, 2006; Mendoza, 2010; Mendoza & Cano, 2011; Zutta *et al.* 2012).

Los bosques de coloradito (“queñoa”, “queñua” o “queuña”, según el país) actúan como protectores de las porciones superiores de cuencas fluviales, constituyendo una fuente importante de agua al aumentar la capacidad de penetración de ésta en el suelo, regulando la escorrentía y controlando los procesos erosivos (Renison & Cingolani, 1998). Además, en estos bosques se encuentran poblaciones de aves y pequeños mamíferos que están amenazadas por el uso y reducción del hábitat, razón por la cual figuran como recursos biológicos de alta fragilidad y relevancia.

Son muy importantes en la dinámica de los procesos ecosistémicos en el páramo debido a su ubicación sobre la línea del *timberline*, línea alcanzada por especies arbóreas de los géneros *Escallonia*, *Libanothamnus*, *Diplostephium* y *Oreopanax*. A lo largo de este cambio gradual desde vegetación arbórea hasta llegar a formas arbustivas y finalmente a vegetación paramera (Körner & Paulsen, 2004; Toivonen, 2014), los bosques de *Polylepis* llegan a distribuirse como islas dentro de la vegetación de páramo, resultando así, en uno de los ecosistemas de esta región más complejos y difíciles de interpretar (Monasterio, 1980a, b).

En cuanto a su distribución, estos bosques se disponen de manera fragmentaria entre los (2600) 3500 y 4900 m. Los bosques de mayor altitud, han sido reportados por Hoch & Körner (2005) en el volcán Sajama, Bolivia a 4810 m, mientras que Marcora *et al.* (2008) reportan parches de bosques de *Polylepis* a 800 m en las montañas de Córdoba, Argentina. El origen del ordenamiento espacial de los bosques actuales se ha atribuido a eventos asociados a condiciones fisiológicas y microambientales particulares (Simpson, 1986), aunque se ha propuesto que su distribución es de origen relictual, producto de la fragmentación de un amplio cinturón de *Polylepis* que ocupó los Andes durante el Pleistoceno (Hueck, 1962).

Actualmente, los bosques de *Polylepis* spp., son considerados como uno de los ecosistemas más amenazados de América (Navarro *et al.* 2005), hecho que está asociado con el estado de

transformación y fragmentación de estos enclaves por acción antrópica, por lo que su conocimiento y protección son una tarea urgente.

Los musgos son plantas de amplia distribución que crecen más favorablemente en regiones húmedas y sombreadas de baja evapotranspiración. Son de vital importancia debido a su rol como interceptores de lluvia ya que adsorben agua y la retienen, contribuyendo a evitar la erosión de los suelos (Churchill & Linares, 1995). En Los Andes, los bosques de *Polylepis* con microambientes muy húmedos, particularmente aquellos formados por *Polylepis sericea* Wedd., *P. pauta* Hieron, *P. pepeii* B.B. Simpson y *P. lanata* (Kuntze) M. Kessler & Schmidt-Leb., pueden llegar a albergar una buena cobertura epífita donde las briofitas, bromelias y algunos helechos son dominantes (Kessler, 2006; Aldana, 2008). En estos bosques las briofitas terrícolas y saxícolas son elementos comunes que pueden formar un tapiz continuo en el suelo ayudando así al mantenimiento de la humedad.

Pocos son los estudios que incluyen a las briofitas en bosques de *Polylepis*. En Colombia, Wolf (1993) describe las comunidades de criptógamas epífitas en un bosque de *Polylepis sericea* por encima de los 4000 m. Según este autor, las briofitas *Daltonia longifolia* Taylor, *Blepharolejeunea securifolia* (Steph.) R.M. Schust. y *Frullania tetraptera* Nees & Mont. son especies frecuentes, así como *Campylopus pittieri* R.S. Williams, *C. fragilis* (Brid.) Bruch & Schimp., *Chorisodontium mittenii* (Müll. Hal.) Broth., *Leptodontium wallisii* (Müll. Hal.) Kindb., *Porotrichodendron superbum* (Taylor) Broth. y *Zygodon fragilis* H. Rob. Este autor reporta 14 especies de musgos y 13 especies de hepáticas para este bosque.

Por su parte, Parolly & Kürschner (2005) indican que en bosques de *Polylepis* ecuatorianos, las especies de briofitas se distribuyen en función de parámetros ecológicos asociados a humedad, y describen dos asociaciones vegetales; la primera dominada por *Blepharolejeunea securifolia* (Stephani) R. M. Schust y *Orthotrichum trachymitrium* Mitt, especies frecuentes en zonas secas junto a *Cryphaea ramosa* (Mitt.) Wilson, *Orthotrichum pycnophyllum* Schimp., *Streptopogon erythrodontus* (Taylor) Wilson, *Frullania dusenii* Steph., *F. ecklonii* (Spreng.) Gottsche, Lindenb. & Nees, *Cryphaea patens*

Hornsch. ex Müll. Hal. y *Thuidium peruvianum* Mitt.; mientras que en las zonas con mayor humedad dominan los musgos *Campylopus albidovirens* Herzog y *Lepyrodon tomentosus* (Hook.) Mitt., junto a *Adelanthus decipiens* (Hook.) Mitt., *Brachythecium cirriphyloides* K.D. McFarland, *Campylopus areodictyon* (Müll. Hal.) Mitt., *Cephaloziella granatensis*, (J.B. Jack ex Steph.) Fulford, *Chorisodontium wallisii* (Müll. Hal.) Broth. y *Daltonia tenuifolia* Mitt. De manera general, sus listados incluyen unas 45 especies de musgos y 30 especies de hepáticas asociadas a estos enclaves forestales.

En Bolivia, Aldana (2008) describe 19 comunidades de briofitas en bosques de *Polylepis pepeii* B.B. Simpson., diferenciando dos comunidades generalistas de roca dominadas por *Campylopus areodictyon* (Müll. Hal.) Mitt. y *Racomitrium crispipilum* (Taylor) A. Jaeger, seis en rocas bajo parches de *Polylepis*, dominadas por las especies *Braunia rupestris* (Mitt.) A. Jaeger, *Leptodontium tricolor* (R.S. Williams) R.H. Zander, *Campylopus nivalis* (Brid.) Brid. var. *nivalis* J. P. Frahm., *Breutelia chrysea* (Müll. Hal.) A. Jaeger, *Bryum leptotorquescens* Müll. Hal. ex Broth. e *Hypnum amabile* (Mitt.) Hampe, cuatro comunidades en rocas de sitios abiertos con *Andreaea* spp. y *Campylopus* spp., cinco sobre troncos de *Polylepis* (con *Frullania* spp, *Rhodobryum grandifolium* (Taylor) Schimp. y *Symblepharis lindigii* Hampe) y dos en suelo de sitios abiertos dominados por *Oreoweisia erosa* (Hampe ex Müll. Hal.) Kindb. y *Chrysoblastella chilensis* (Mont.) Reimers. Esta autora lista un total de 83 especies de musgos y 37 especies de hepáticas para los bosques inventariados.

En Venezuela, los bosques de *Polylepis* son considerados “Zonas de Protección Integral”, junto a los humedales y turberas de montaña. Sin embargo, el conocimiento en función de la diversidad asociada a éstos dista de estar completo. Este trabajo es el primer aporte al conocimiento de la flora muscícola en bosques de *Polylepis* para el país. Con este fin, se presenta un primer listado de musgos, con nuevas adiciones a la flora briofítica venezolana y se hace un análisis por preferencias de sustratos y formas de vida así como un análisis fitogeográfico de las especies. Se establecen afinidades florísticas entre cinco parches de bosques de *Polylepis* en la cordillera de Mérida.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Los Andes venezolanos están constituidos por grandes núcleos de páramo separados por valles tectónicos profundos que dan origen a las diferentes sierras (Monasterio & Reyes, 1980), que en conjunto forman a la Cordillera de Mérida. Al Sur se ubica la Sierra Nevada de Mérida, que es la parte del Ramal mejor conocida, y que alberga pequeños glaciares y las cumbres más altas de Venezuela (5007 m, Pico Bolívar). Al norte se ubica la Sierra de la Culata que está caracterizada por formar un valle casi recto en toda su extensión. De manera general, el área de distribución de los bosques de *Polylepis* en ambas sierras de la Cordillera, está representada por vertientes abruptas con desniveles, que se deben a la influencia de quebradas que fluyen a lo largo de valles y complejos morrénicos (Schubert & Valastro, 1973). En esta Cordillera, los bosques de *Polylepis* ocupan un área aproximada de 205.000 hectáreas, siendo la Sierra Nevada de Mérida la que alberga mayor cantidad de superficie boscosa en comparación con la de la Culata (Arnal, 1983).

Selección de los bosques

Se seleccionaron cinco parches de bosques de *Polylepis*, cuatro en la Sierra Nevada de Mérida con un área aproximada de una hectárea cada uno, y otro de aproximadamente 3 hectáreas en la Sierra de La Culata. Todos los bosques se ubican en afloramientos o derrubios rocosos fisurados a más de 3000 m, cota altitudinal que define a la vegetación de páramo. La ubicación local de los bosques se muestra en la Tabla 1, y su ubicación geográfica relativa junto a una vista general de los mismos en la Figura 1.

Vegetación

El estrato superior está dominado por *Polylepis sericea* (coloradito) de tronco rojizo y retorcido con capas de corteza que se desprenden, acompañado por árboles del género *Gynoxys* (León, 1991) o *Libanothamnus* (Delgado, 2015). En el sotobosque, ocupando una posición intermedia, se encuentran especies de los géneros *Valeriana*, *Senecio*, *Gnaphalium*, *Berberis* y *Ribes*. Postradas en ese mismo estrato, la familia Ericaceae con los géneros *Gaultheria*, *Vaccinium* y *Disterigma*, está muy bien representada. Las ramas de los árboles y arbustos

Tabla 1. Localización geográfica de los bosques de *Polylepis* en el estado Mérida, Venezuela.

Bosque	Localidad	Coordenadas	Altitud (m)	Superficie (ha)
Bosque 1	Estación Loma Redonda, Sistema teleférico de Mérida, Sierra Nevada, VENEZUELA. Bosque en las adyacencias de la estación.	8°32'44,50" N, 71°04'49,87" W	3953	1.2
Bosque 2	Estación Loma Redonda, Sistema teleférico de Mérida, Sierra Nevada, VENEZUELA. Bosque colindando con la Laguna Los Anteojos.	8°32'08,53" N, 71°04'28,91" W	4011	1.1
Bosque 3	Estación Loma Redonda, Sistema teleférico de Mérida, Sierra Nevada, VENEZUELA. Bosque en el camino al "Alto de la Cruz" – camino al pueblo "Los Nevados".	8°32'11,33" N, 71°04'44,06" W	4122	0.93
Bosque 4	Páramo El Escorial, Sierra de La Culata, Estado Mérida, VENEZUELA. Bosque adyacente a la Laguna "La Barrosa".	8°44'34,30" N, 71°02'45,31" W	3618	3.1
Bosque 5*	Páramo de Mucubají, Valle del Mucubají, Sierra Nevada, VENEZUELA. Bosque que da fin al Valle.	8°46'46,40" N, 70°49'14,98" W	3692	1.1

*Los datos del inventario en este bosque, se corresponde únicamente con el borde del mismo (datos tomados de Polanco, 2015).

alojan epifitos como helechos de hojas delgadas de la familia Hymenophyllaceae junto con especies de *Peperomia*, musgos y hepáticas. Plantas de pequeño porte de los géneros *Geranium*, *Bartsia* y *Oxalis*, conforman el estrato herbáceo del bosque,

junto a especies tapizantes de *Lachemilla*. En los claros, se encuentran plantas de páramo abierto de los géneros *Espeletia*, *Coespeletia*, *Hypericum*, *Sisyrinchium*, *Orthrosanthus* y *Castilleja* así como diferentes especies de gramíneas.

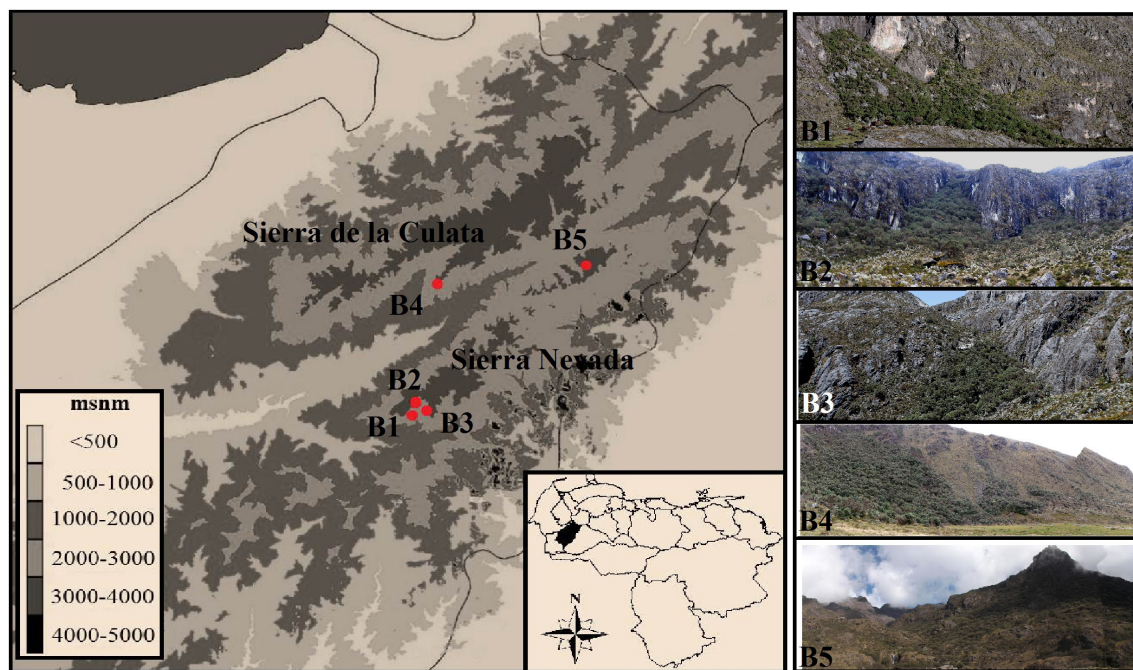


Fig. 1. Ubicación geográfica relativa de los parches de bosques de *Polylepis* inventariados y vista general de los mismos.

Análisis florístico: colecta y determinación del material vegetal

Se colectaron muestras de briofitas siguiendo el protocolo de Frahm (2003). Las colectas fueron realizadas durante los años 2013 y 2015. Al inventario, se le adicionaron los especímenes depositados en MERC, Colección de Criptógamas del Instituto Jardín Botánico de Mérida, Venezuela colectados por León-Vargas en los bosques de la Sierra Nevada de Mérida.

Para las determinaciones se utilizaron las claves de Churchill & Linares (1995) y Gradstein *et al.* (2001), así como las de la base de datos pública para briofitas de Los Andes Tropicales (<http://www.tropicos.org/Project/ANBRY>, Missouri Botanical Garden). Se emplearon las claves de Crum & Anderson (1981) de los musgos de Norteamérica y Sharp *et al.* (1994) de los musgos de México. Además, se utilizaron claves para grupos particulares: *Sphagnum* (Griffin, 1981), *Campylopus* (Frahm, 1991), *Zygodon* (Griffin, 1990), *Orthotrichum* (Lewinsky, 1993), *Grimmia* (Muñoz, 1999), Pottiaceae (Zander, 1993), Amblystegiaceae (Hedenäs, 2003), Bartramiaceae (Fransen, 2005) y Bryaceae (Ochi, 1980, 1981). Las especies determinadas fueron comparadas con muestras en el Herbario MERC del Instituto Jardín Botánico de Mérida y fueron depositadas en este mismo Herbario.

Para el listado se sigue el criterio taxonómico para las familias según Goffinet & Shaw (2009) disponible en <http://bryology.uconn.edu/classification-2>, y para géneros y especies los de Churchill & Linares (1995). En el listado de especies encontradas en los parches inventariados se indican forma de crecimiento, forma de vida, distribución mundial y por sierras en la Cordillera. Los datos asociados a las especies se encuentran en la Base de datos Musgos de Venezuela (MdV) de León *et al.* (2014) (disponible en <http://musgos.cecalc.ula.ve/>)

Análisis fitogeográfico

Para el análisis fitogeográfico se hicieron algunas modificaciones de los criterios establecidos por Van Der Wijk *et al.* (1959) siguiendo lo propuesto por Schofield (1992) sobre los reinos brioflorísticos del mundo. La nomenclatura utilizada es la empleada por Van Der Wijk (1959) en el mapa de distribución

fitogeográfica de musgos del *Index Muscorum*, el cual divide al mundo en regiones brioflorísticas: **Elemento Neotropical (EN)**, aquellas especies distribuidas en las regiones Am 2 – 5 (en más de dos Am); **Elemento Andino (EA)**, especies confinadas a los Andes Tropicales; **Elemento ampliamente distribuido en América (AdA)**, especies distribuidas en Am 1 – 6 (en más de una región); **Elemento Pantropical (P)**, especies distribuidas tanto en América del Sur como en África Subsahariana y parte de Asia meridional; **Elemento ampliamente distribuido en el mundo (AdM)** especies distribuidas en Am, Afr, As, Austr, Eur, Oc (en más de un continente) y **Cosmopolitas (C)**, especies distribuidas en todas las regiones brioflorísticas.

Similaridad florística

La similaridad florística entre los parches de bosques de *Polylepis* inventariados fue medida en función de la presencia/ausencia de las especies en cada parche. Se estimó el índice de similitud de Sørensen y se construyó un cluster en función de las relaciones existentes en términos de composición florística usando PAST (Hammer *et al.* 2001), un software de acceso libre (disponible en <http://nhm2.uio.no/norlex/past/download.html>). Se compara la diversidad florística de los parches de *Polylepis* con los inventarios hechos por Wolf (1993) en Colombia, Parolly & Kürschner (2005) en Ecuador y Aldana (2008) en Bolivia, sólo en función de la presencia/ausencia de las especies.

RESULTADOS

Composición florística

Se listan un total de 90 especies de musgos, distribuidos en 53 géneros y 29 familias (Tabla 2). El análisis general por categorías taxonómicas indica que la familia mejor representada es Leucobryaceae, con una riqueza específica de 14 especies, todas del género *Campylopus*. Bryaceae, Bartramiaceae y Pottiaceae, son las familias que le siguen, cada una con 9 especies, mientras que Polytrichaceae y Orthotrichaceae figuran con 6 especies cada una. Del total de familias de Bryophyta, 15 están representadas por un único género y una especie, lo cual podría ser un indicador de la heterogeneidad florística en los bosques (Figura 2).

Tabla 2. Especies de musgos encontradas en los bosques de Polyilepis del estado Mérida, Venezuela.

Familia/Especie	Forma de crecimiento	Forma de vida	Distribución	Sierra	Bosque	N° de colección
Amblystegiaceae						
<i>Amblystegium cf serpens</i> (Hedw.) Schimp.	Pleurocárpico	Tapete denso	P	Nevada	1.2	YL 434h
* <i>Drepanocladus polygamus</i> (Schimp.) Hedenäs	Pleurocárpico	Tapete extensivo	AdM	Nevada	5	DP250415/241
* <i>D. sordidus</i> (Müll. Hal.) Hedenäs	Pleurocárpico	Tapete extensivo	EN	Nevada	2.3	YL 434e
Andreaeaceae						
<i>Andreaea brevipes</i> Spruce	Acrocárpico	Cojín corto	AdM	Nevada	1,2,3	RR 9906b/10
<i>A. rupestris</i> Hedw.	Acrocárpico	Cojín corto	AdM	Nevada/Culata	2,3,4,5	J. Delgado 01/2013-07; J. Delgado 02/2015-08
Bartramiaceae						
<i>Anacolia laevisphaera</i> (Taylor) Flowers	Acrocárpico	Tepe corto	EA	Culata	4	J. Delgado 05/2013-09
<i>Bartramia longifolia</i> Hook.	Acrocárpico	Tepe alto	AdA	Nevada	1.2	15-B
<i>B. potosica</i> Mont.	Acrocárpico	Tepe corto	AdM	Nevada	2,3,5	DP050614/41, 15b
<i>Breuteila inclinata</i> (Hampe & Lorentz) A. Jaeger	Acrocárpico	Tepe alto	EA	Nevada	1.2	YL 475a
<i>B. integrifolia</i> (Taylor) A. Jaeger	Acrocárpico	Tepe alto	EA	Nevada	2.5	DP050614/40
<i>B. polygastrica</i> (Müll. Hal.) Broth.	Acrocárpico	Tepe corto	EN	Nevada	1	YL 433a
<i>B. subarcuata</i> (Müll. Hal.) Schimp.	Acrocárpico	Tepe alto	C	Culata	2.4	J. Delgado 02/2015-07
* <i>Leiomela bartramioides</i> (Hook.) Paris	Acrocárpico	Tepe alto	P	Culata	3.4	J. Delgado 11/2013-12b, 18
<i>Philonotis gracilentia</i> (Hampe) A. Jaeger	Acrocárpico	Tepe corto	EN	Culata	1,2,4	J. Delgado 05/2013-08
Brachytheciaceae						
<i>Brachythecium cf rutabulum</i> (Hedw.) Schimp.	Pleurocárpico	Tapete extensivo	EN	Nevada	1.2	YL 434f
Bryaceae						
<i>Anomobryum conicum</i> (Hornsch.) Broth.	Acrocárpico	Tepe corto	EN	Nevada	5	DP050614/31, DP180515/205, DP061014/58, DP301114/131, DP061014/100

Familia/Especie	Forma de crecimiento	Forma de vida	Distribución	Sierra	Bosque	N° de colección
<i>A. julaceum</i> (Schrad. ex G. Gaerth., B. Mey. & Scherb.) Schimp.	Acrocárpico	Tepe corto	AdM	Nevada/Culata	1,2,3,4	TP 9715/AZ, J. Delgado 05/013-07a
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	Acrocárpico	Tepe corto	AdM	Nevada/Culata	1,2,3,4	J. Delgado 01/2013-06
<i>B. densifolium</i> Brid.	Acrocárpico	Tepe alto	AdM	Nevada/Culata	1,2,4	YL 316; J. Delgado 09/2013-11
<i>B. laevigatum</i> Hook. f. & Wilson	Acrocárpico	Tepe corto	AdM	Nevada	1	TP 9718/AU
<i>B. pseudotriquetrum</i> (Hedw.) G. Gaerth., B. Mey. & Scherb	Acrocárpico	Tepe corto	AdM	Nevada	1.2	YL 434g
<i>Rhodobryum grandifolium</i> (Taylor) Schimp.	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Nevada/Culata	1,2,4	YLV 17/2012/02; J. Delgado 04/2013/01
<i>Rosulabryum billardieri</i> (Schwägr.) J.R. Spence	Acrocárpico	Tepe alto	AdA	Nevada/Culata	4.5	J. Delgado 09/2013-12; DP100415/158
<i>Schizymenium campylocarpum</i> (Arn. & Hook.) A.J. Shaw.	Acrocárpico	Tepe corto	P	Culata	1.4	J. Delgado 01/2013-02; J. Delgado 05/2013-10
Catagoniaceae						
<i>Catagonium brevicaudatum</i> Müll. Hal. ex Broth.	Pleurocárpico	Tapete extensive	C	Nevada	2	TP 9715/O
Cryphaeaceae						
<i>Cryphaea polycarpa</i> Schimp.	Pleurocárpico	Dendroide	EN	Culata	4	J. Delgado 01/2012-27
Daltoniaceae						
<i>Daltonia tenuifolia</i> Mitt.	Pleurocárpico	Tapete extensivo	EN	Nevada	2	15a
Dicranaceae						
<i>Aongstroemia julacea</i> (Hook.) Mitt.	Acrocárpico	Tepe corto	P	Nevada/Culata	2,3,4,5	J. Delgado 08/2013-05; J. Delgado 11/2013-07, DP301114/115, DP301114/146, DP230515/259
<i>Atractylocarpus longisetus</i> (Hook.) E. B. Bartram	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Nevada	2.5	DP250415/240
<i>Dicranum frigidum</i> Müll. Hal.	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Nevada/Culata	1,2,3,4,5	YL 302; YL 474a; J. Delgado 04/2013-08; J. Delgado 02/2015-09; DP250415/238
Ditrichaceae						
<i>Ceratodon purpureus</i> subsp. <i>stenocarpus</i> (Bruch & Schimp.) Dixon	Acrocárpico	Cojin corto	C	Nevada/Culata	1.4	J. Delgado 01/2013-10; J. Delgado 04/2013-09; DP180415/211
Fabroniaceae						
* <i>Fabronia ciliaris</i> var. <i>polycarpa</i> (Hook.) W.R. Buck	Pleurocárpico	Tapete denso	AdA	Culata	4	J. Delgado 06/2013-03

Familia/Especie	Forma de crecimiento	Forma de vida	Distribución	Sierra	Bosque	N° de colección
Grimmiaceae						
<i>Grimmia longirostris</i> Hook.	Acrocárpico	Cojin corto	AdM	Culata	1,2,3,4	J. Delgado 01/2013-04 YLV 15/2012-06; J. Delgado 01/2013-14
<i>Grimmia navicularis</i> Herzog	Acrocárpico	Cojin corto	EA	Culata	2,4	YLV 15/2012/01; J. Delgado 01/2012-33, DP180415/199, DP100415/194, DP050614/46, DP061014/72, DP050614/14, DP050614/111, DP050614/47, DP301114/114, DP050614/15
<i>Racomitrium crispipilum</i> (Taylor) A. Jaeger	Acrocárpico	Tepe alto con ramas divergentes	AdM	Nevada	1,2,3,4,5	
<i>Racomitrium lamprocarpum</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	Acrocárpico	Tepe alto con ramas divergentes	AdM	Nevada	5	DP050614/44, DP050614/45, DP180415/212, DP250415/237
<i>Racomitrium subsecundum</i> (Hook. & Grev. ex Harv.) Mitt.	Acrocárpico	Tepe alto con ramas divergentes	P	Culata	2,3,4	J. Delgado 01/2013 – 05
Hedwigiaceae						
<i>Hedwigia ciliata</i> (Hedw.) P. Beauv.	Acrocárpico	Tepe alto con ramas divergentes	AdM	Culata	4	J. Delgado 03/2012-06; J. Delgado 05/2013-06
<i>Hedwigidium integrifolium</i> (P.-Beauv.) Dixon in C. E. O. Jensen	Acrocárpico	Tepe alto con ramas divergentes	AdM	Nevada/Culata	1,3,4,5	J. Delgado 01/2013-03, DP050614/06, DP050614/07, DP050614/08, DP301114/112, DP301114/113, DP050614/09, DP050614/10, DP061014/63, DP061014/101, DP301114/123
Hypnaceae						
<i>Caribaeohypnum polypterum</i> (Mitt.) Ando & Higuchi	Pleurocárpico	Tapete denso	EN	Nevada	1	YL 434a; YL 434a,b
<i>Hypnum amabile</i> (Mitt.) Hampe	Pleurocárpico	Trama	EN	Culata	1,2,3,4	YLV 15/2012-02; J. Delgado 01/2012-25
Lepyrodontaceae						
<i>Lepyrodon tomentosus</i> (Hook.) Mitt.	Pleurocárpico	Tapete extensivo	AdA	Culata	1,2,3,4	TP 9715/A; YL 307; YLV 15/2012-04
Leucobryaceae						
<i>Campylopus anderssonii</i> (Müll. Hal.) A. Jaeger	Acrocárpico	Tepe alto	EA	Nevada	1,3	TP 9718/AW

Familia/Especie	Forma de crecimiento	Forma de vida	Distribución	Sierra	Bosque	N° de colección
<i>Campylopus areodictyon</i> (Müll. Hal.) Mitt.	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Culata	1,2,4	J. Delgado 04/2012-06
<i>Campylopus bryotropis</i> J.-P. Frahm	Acrocárpico	Tepe alto	EA	Nevada	5	DP061014/83DP061014/77, DP050614/83, DP301114/148
* <i>Campylopus cuspidatus</i> var. <i>cuspidatus</i> (Hornsch) Mitt.	Acrocárpico	Tepe alto	AdM	Culata	4	J. Delgado 03/2012-07
<i>Campylopus fragilis</i> (Brid.) Bruch & Schimp. subsp. <i>fragilis</i> (Brid.) Bruch & Schimp. J. P. Frahm.	Acrocárpico	Tepe corto	P	Culata	1,2,3,4	YLV 15/2012-08
* <i>Campylopus griseus</i> (Hornsch.) A. Jaeger var. <i>ingeniensis</i>	Acrocárpico	Tepe corto	EA	Nevada	5	DP050614/54
<i>Campylopus nivalis</i> var. <i>nivalis</i> J. P. Frahm	Acrocárpico	Tepe corto	EN	Nevada/Culata	1,2,4,5	YLV 15/2012-09; J. Delgado 01/2012-31; J. Delgado 08/2013-06a
<i>Campylopus pauper</i> (Hampe) Mitt. var. <i>pauper</i> J.-P. Frahm	Acrocárpico	Tepe alto	P	Culata	4	J. Delgado 11/2013-11
<i>Campylopus pilifer</i> subsp. <i>pilifer</i> var. <i>pilifer</i> J - P. Frahm	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Nevada/Culata	2,3,4	J. Delgado 04/2012-05; DP301114/145, DP180415/201, DP061014/105, DP061014/90, DP061014/73, DP061014/74
<i>Campylopus pittieri</i> R.S. Williams	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Nevada	1	YL 316; YL 231
<i>Campylopus reflexisetus</i> (Müll. Hal.) Broth.	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Nevada	1	S/N
<i>Campylopus richardii</i> Brid.	Acrocárpico	Tepe alto	EA	Culata	1,2,3,4	J. Delgado 01/2013-13; J. Delgado 06/2013-05
<i>Campylopus sharpii</i> J.-P. Frahm	Acrocárpico	Tepe corto	EN	Nevada	5	DP050614/16, DP100415/182, DP050614/55
<i>Campylopus subjugorum</i> Broth.	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Nevada	1,3	S/N
Neckeraceae						
<i>Neckera chilensis</i> Schimp ex Mont.	Pleurocárpico	Dendroide	EA	Culata	1,3,4	J. Delgado, 04/2013-10; J. Delgado 05/2013-05
* <i>Neckera ehrenbergii</i> Müll. Hal.	Pleurocárpico	Dendroide	EN	Culata	4	J. Delgado 04/2012-07
<i>Porotrichum longirostre</i> (Hook.) Mitt.	Pleurocárpico	Dendroide	EN	Nevada/Culata	2,4	TP 9718/AZ, J. Delgado 01/2012-26
Orthotrichaceae						
<i>Macromitrium aureum</i> Müll. Hal.	Pleurocárpico	Tepe corto	EN	Culata	4	J. Delgado 06/2013-04; J. Delgado 01/2013-11
* <i>Orthotrichum penicillatum</i> Mitt.	Acrocárpico	Tepe corto	EA	Culata	4	J. Delgado 11/2013-09

Familia/Especie	Forma de crecimiento	Forma de vida	Distribución	Sierra	Bosque	N° de colección
<i>Zygodon longicellularis</i> D. G. Griffin	Acrocárpico	Tepe alto	EA	Culata	2,4	J. Delgado 01/2013-01; J. Delgado 11/2013-08
<i>Zygodon peruvianus</i> Sull.	Acrocárpico	Tepe corto	EN	Nevada	5	DP061014/67, DP100415/189, DP100415/161, DP100415/190, DP061014/87, DP250415/236
<i>Zygodon reinwardtii</i> (Hornsch.) A. Braun	Acrocárpico	Tepe corto	AdM	Culata	1,3,4	J. Delgado 01/2012-32, J. Delgado 01/2012-34a
<i>Zygodon venezuelensis</i> D.G. Griffin	Acrocárpico	Tepe alto	EA	Nevada/Culata	4	15; J. Delgado 01/2012-34b
Pilotrichaceae						
<i>Callicostellopsis meridensis</i> (Müll. Hal.) Broth.	Pleurocárpico	Tapete extensivo	EN	Nevada	1,2	TP 9718/Y; TP 9715/L; 15
Plagiotheciaceae						
* <i>Myurella sibirica</i> (Müll. Hal.) Reimers	Pleurocárpico	Tapete denso	P	Nevada	3	YL 475d
Polytrichaceae						
<i>Atrichum angustatum</i> (Brid.) Bruch & Schimp.	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Nevada	1	YL 434c
<i>Atrichum polycarpum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Nevada	1	YL 434d
<i>Polytrichadelphus aristatus</i> (Hampe) Mitt.	Acrocárpico	Tepe alto	EA	Culata	3,4	J. Delgado 08/2013-06b
<i>Polytrichadelphus longisetus</i> (Brid.) Mitt.	Acrocárpico	Tepe alto	EA	Culata	1,3,4	J. Delgado 11/2013-06
<i>Polytrichastrum tenellum</i> (Müll. Hal.) G. L. Sm	Acrocárpico	Tepe alto	EA	Nevada	5	DP100415/197, DP050614/56, DP050614/24, DP301114/150
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.	Acrocárpico	Tepe alto	AdM	Nevada	1,2	YL 434b
Pottiaceae						
<i>Barbula ehrenbergiana</i> Müll. Hal.	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Nevada	2,3	15-D
<i>Leptodontium capitulligerum</i> Müll. Hal.	Acrocárpico	Tepe alto	P	Culata	1,2,4	J. Delgado 05/2013-07b
<i>Leptodontium flexifolium</i> (Dicks.) Hampe	Acrocárpico	Tepe corto	P	Culata	1,2,4	J. Delgado 01/2013-09; J. Delgado 11/2013-10
<i>Leptodontium pungens</i> (Mitt.) Kindb.	Acrocárpico	Tepe corto	P	Nevada/Culata	4	YL 462
<i>Leptodontium viticulosoides</i> var. <i>sulphureum</i> (Müll. Hal.) R. H. Zander	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Culata	1,2,3,4	J. Delgado 03/2012-08
<i>Leptodontium wallisii</i> (Müll. Hal.) Kindb.	Acrocárpico	Tepe alto	EA	Nevada	5	DP061014/94, DP050614/29, DP230515/242, DP180415/198, DP050614/30

Familia/Especie	Forma de crecimiento	Forma de vida	Distribución	Sierra	Bosque	N° de colección
<i>*Pleurochaete luteola</i> (Besch.) Thér.	Acrocárpico	Tepe alto	EN	Culata	4	J. Delgado 05/2013-07c; J. Delgado 0/2013-06
<i>Pohlia elongata</i> Hedw.	Acrocárpico	Tepe corto	AdM	Nevada	5	DP050614/32
<i>Streptopogon erythrodontus</i> (Taylor) Wilson	Acrocárpico	Tepe alto	AdM	Nevada	2.3	TP 9718/BA
Prionodontaceae						
<i>Prionodon densus</i> (Sw. ex Hedw.) Müll. Hal.	Pleurocárpico	Colgante	EN	Culata	4	J. Delgado 11/2013-12a
Pterobryaceae						
<i>Pterobryon densum</i> Hornsch.	Pleurocárpico	Dendroide	EN	Nevada	2	YL # 2
Rhacocarpaceae						
<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Paris	Pleurocárpico	Tapete denso	AdM	Culata	2,4,5	J. Delgado 01/2013-12
Seligeraceae						
<i>Blindia magellanica</i> Schimp.	Acrocárpico	Tepe alto	AdM	Nevada/Culata	2,4,5	J. Delgado 09/2013-13
Sematophyllaceae						
<i>Acroporium estrellae</i> (Müll. Hal.) W.R. Buck & A. Schäfer-Verwimp	Pleurocárpico	Tapete extensivo	AdM	Culata	4	J. Delgado 01/2012-28; J. Delgado 04/2013-12; J. Delgado 08/2013- 07, J. Delgado 09/2013-14,
Sphagnaceae						
<i>Sphagnum capillifolium</i> (Ehrh.) Hedw.	Acrocárpico	Tepe alto	AdM	Culata	1.4	YLV 15/2012-05
<i>Sphagnum magellanicum</i> Brid.	Acrocárpico	Tepe alto	AdM	Nevada	5	TP 9723/U; DP050614/36, DP250415/229, DP250415/234, DP050614/37, DP250415/235, DP050614/38
Thuidiaceae						
<i>Thuidium peruvianum</i> Mitt.	Pleurocárpico	Trama	EN	Nevada/Culata	1,2,3,4	15-E; YLV 15/2012-07; J. Delgado 04/2013-11

Leyenda: En la columna Distribución, EN: elemento neotropical, AdM: ampliamente distribuido en el mundo, EA: elemento andino, P: pantropical, AdA: ampliamente distribuido en América y C: cosmopolita.

Los superíndices se corresponden con el número de bosque donde se encuentra la especie

Los * hacen referencia a las nuevas adiciones a la flora muscícola de Venezuela y los # a los nuevos registros de musgos para el estado Mérida.

Listado de acuerdo a las colecciones realizadas por Delgado (2014-2015), Polanco (2015-2016) y León-Vargas (1990-1991), determinadas por Delgado, Polanco y Pócs.

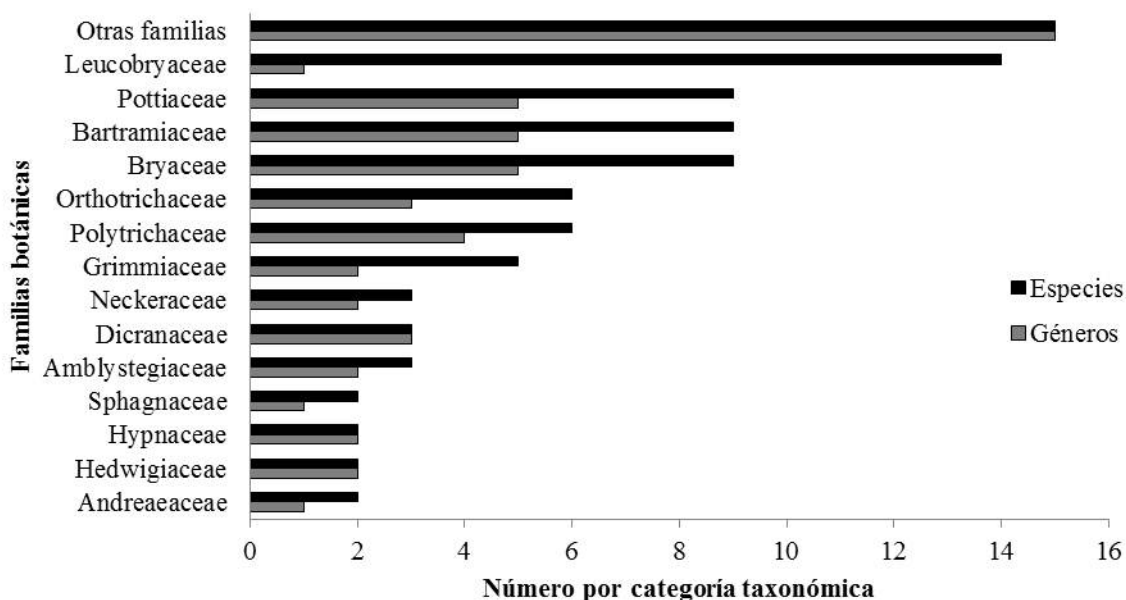


Fig. 2. Riqueza específica y genérica de las familias de musgos de los parches de bosques de *Polylepis* del estado Mérida, Venezuela.

El bosque más diverso es el de la Culata (parche 4), con 52 especies distribuidas en 36 géneros y 22 familias. Le sigue el bosque 2, con 45 especies (31 géneros/21 familias) y finalmente los parches 1, 3 y 5 con 43, 29 y 23 especies respectivamente (Tabla 3), todos estos ubicados en la Sierra Nevada de Mérida. En la Figura 3, se muestra la diversidad de especies de las 4 familias comunes y más importantes en cada uno de los parches de bosque, siendo la familia Leucobryaceae la más diversa en todos a excepción del parche 2, donde Bartramiaceae es la familia dominante.

De manera general, los géneros más diversos a nivel específico son *Campylopus* (14 especies), *Leptodontium* (5), *Breutelia* (4), *Bryum* (4), *Zygodon* (4) y *Racomitrium* (3 especies). Los géneros restantes

están constituidos por 2 y 1 especie. Por parche de bosque, la tendencia a la predominancia del género *Campylopus* se mantiene, donde la riqueza específica de éste oscila entre 4 y 8 especies en los bosques 5 y 1 respectivamente. Sin embargo, se evidencian diferencias en términos de composición florística entre ellos, a excepción de los bosques 1 y 2, donde predominan los mismos géneros. En los bosques 3, 4 y 5, el género *Breutelia* es desplazado y el recambio por géneros como *Racomitrium* (bosques 3 y 5) y *Zygodon* (bosque 4) se evidencia (Figura 4).

Formas de vida y formas de crecimiento

Los tepes son las formas de vida dominantes, siendo los tepes altos los más abundantes con un 41,11 % (37 especies). Por su parte, los tepes cortos representan un 24,44 % del total (22 especies), seguido por especies formadoras de tapetes extensivos con un 8,89 % (8 especies). Las tramas y las formas colgantes no son tan frecuentes en los bosques de *Polylepis* estudiados. Del total, 68 especies (75,6 %) son acrocárpicas, mientras que las 22 especies (24,4 %) restantes son pleurocárpicas (Figura 5).

Tabla 3. Número de taxa de musgos en los cinco parches de bosque de *Polylepis* colectados en el estado Mérida, Venezuela.

	Bosque 1	Bosque 2	Bosque 3	Bosque 4	Bosque 5
Familias	19	21	16	22	14
Géneros	28	31	22	36	19
Especies	43	45	29	52	23

Análisis fitogeográfico

Desde el punto de vista fitogeográfico, los bosques de *Polylepis* albergan una gran variedad de musgos distribuidos en 6 regiones (Figura 6). Los elementos

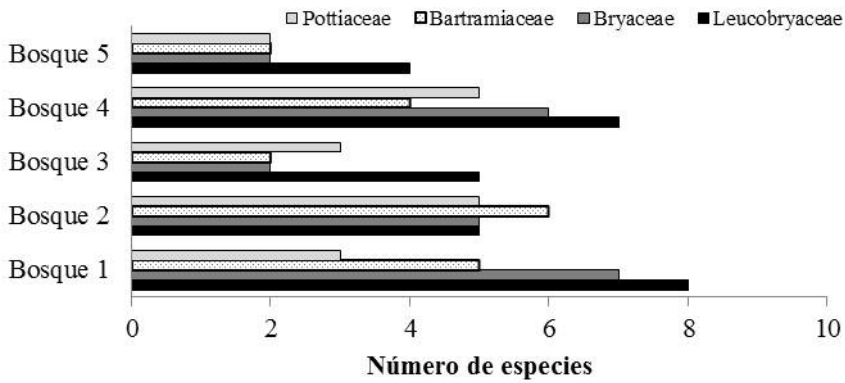


Fig. 3. Número de especies de las familias comunes y más diversas en los parches de bosques de *Polylepis*.

neotropicales (EN) son los más comunes con el 36% de las especies (32 especies), seguido por los elementos ampliamente distribuidos en el mundo (AdM) con un 27%, y por último las especies andinas (EA) con un 18%. De estas últimas, *Campylopus griseus* (Hornsch.) A. Jaeger var. *ingeniensis* figura como un nuevo registro para la flora muscícola de Venezuela (Polanco & León, en revisión), *Orthotrichum penicillatum* Mitt. como especie de

distribución restringida en páramos de Colombia y Venezuela y *Zygodon longicellularis* D. G. Griffin y *Z. venezuelensis* D.G. Griffin, como endémicas de los páramos venezolanos (Griffin, 1990; Churchill *et al.* 2000).

Afinidades florísticas

Al comparar la brioflora de los parches de bosque de *Polylepis* inventariados (Figura 7), se

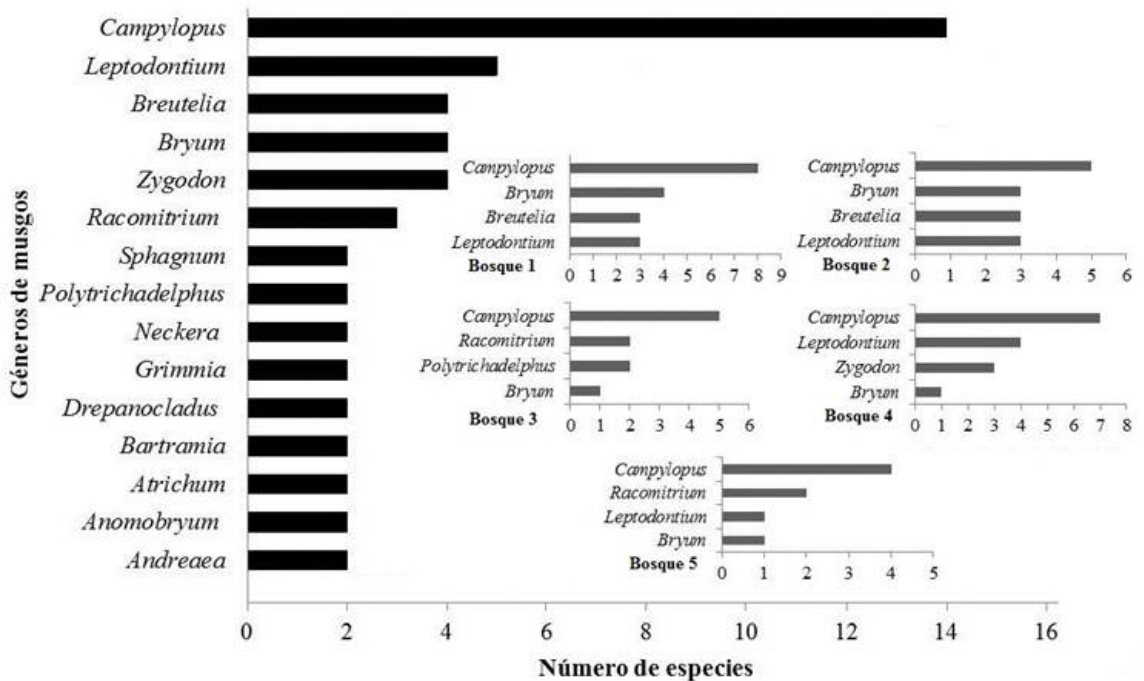


Fig. 4. Géneros de musgos más diversos en los parches de bosques de *Polylepis*.

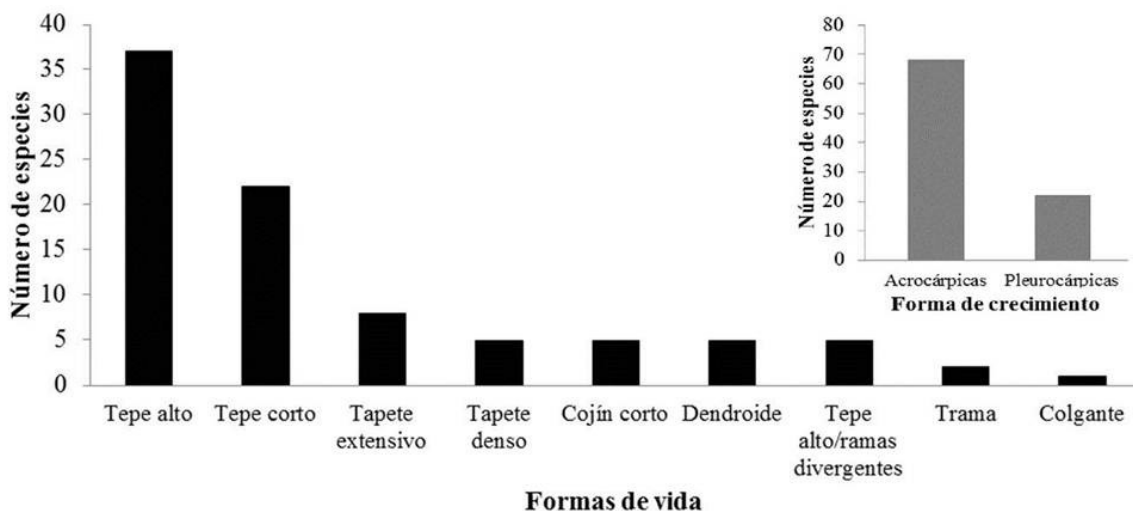


Fig. 5. Formas de vida y de crecimiento de los musgos encontrados en los parches de bosques de *Polylepis* inventariados.

observa que los parches más afines entre sí, son los 1 y 2 (Sierra Nevada) que comparten el 61,4% de sus especies. El parche 4 (Culata) comparte el 56,8% de las especies con el parche 1, y el 57,7% con el parche 2. Los parches de bosque más disímiles con el resto son los parches 3 y 5 (Sierra Nevada), donde el primero comparte el 50% de las especies con el grupo formado por los parches 1, 2

y 4; mientras que el segundo (parche 5), comparte menos del 30% de sus especies con el resto.

Nuevos reportes

AMBLYSTEGIACEAE

***Drepanocladus sordidus* (Müll. Hal.) Hedenäs**

Musgo pleurocárpico, formando tapetes extensivos. Hojas falcado-secundas con costa

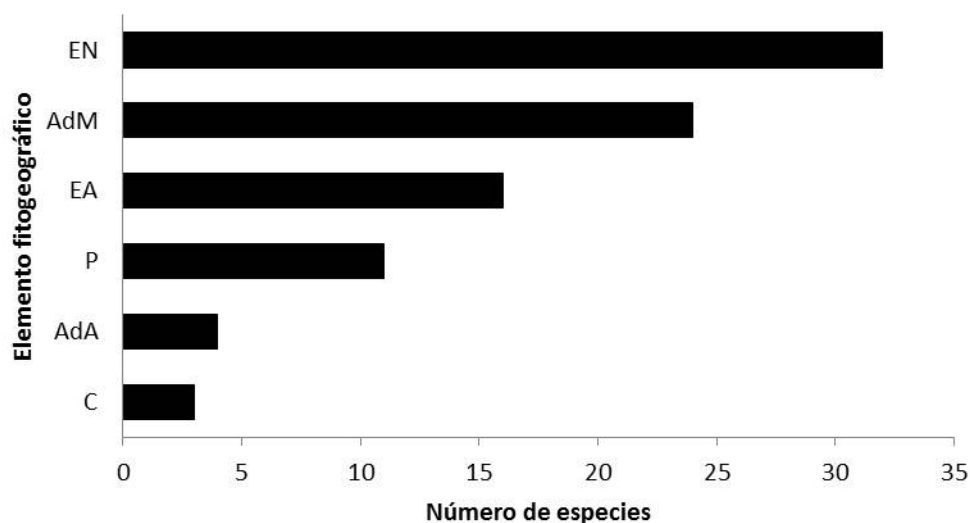


Fig. 6. División fitogeográfica de las especies de musgos encontradas en los parches de bosques de *Polylepis* (EN: neotropical; AdM: ampliamente distribuido en el mundo; EA: elemento andino; P: pantropical; AdA: ampliamente distribuido en América y C: cosmopolita).

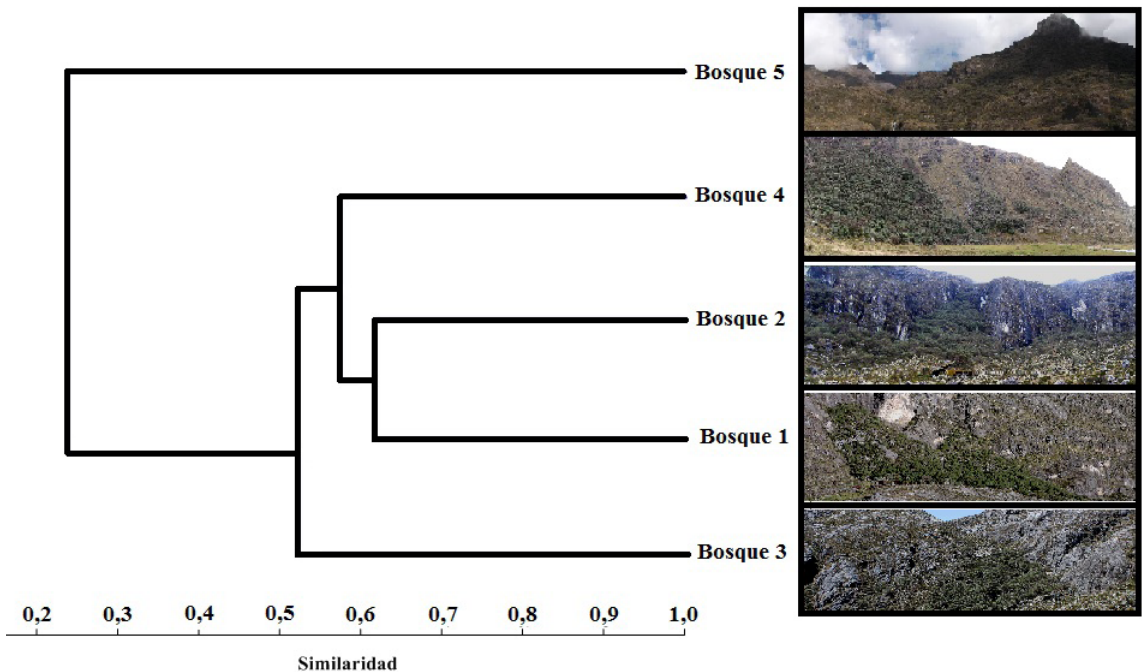


Fig. 7. Cluster de similaridad florística entre los parches de bosques de *Polylepis* inventariados en el estado Mérida.

terminando muy por debajo del acumen, células alares extendiéndose hasta la mitad de la distancia entre la costa y el margen. Bosque 2, Estación Loma Redonda, Sistema Teleférico Mukumbarí, 8°32' N, 71°04,5' W, 3850 - 4070 m, León, Y. Material estudiado: YL434e (MERC) (Det. Delgado, J. 2016). Especie típica del páramo y la puna húmeda, creciendo a orillas de cursos de aguas, en lugares cenagosos. Reportada para Colombia (3400-3950 m), Ecuador (2500-3950 m), Perú (3650-4350 m) y Bolivia (3800-4680 m). Distribución: Antillas (Jamaica), México, Andes, Norteamérica y Europa (Churchill *et al.* 2000).

PLAGIOTHECIACEAE

Myurella sibirica (Müll. Hal.) Reimers

Musgo pleurocárpico, formador de densos tapetes, verde-glaucos. Hojas ampliamente espaciadas, con márgenes irregularmente dentados a espinosamente dentados; células unipapilosas. Bosque 3, Estación Loma Redonda, Sistema teleférico de Mérida, Sierra Nevada, 8°32'11,33" N, 71°04'44,06" W, 4122 m, Y. León. Material estudiado: YL475d (MERC) (Det. J. Delgado,

2016). Especie común en rocas calcáreas y suelos húmedos calcáreos, sobre todo en las zonas boreales. Distribución: Norteamérica, Europa y Asia (Crum & Anderson, 1981).

POTTIACEAE

Pleurochaete luteola (Besch.) Thér.

Musgo acrocárpico formador de tepes altos. Hojas apretadas desde una base anchamente amplexante, crispado a contortas en seco, patentes a escuarroso – recurvadas en húmedo; lámina con células de la margen formando una "V". Bosque 4, Páramo El Escorial, Sierra de La Culata, Laguna "La Barrosa", 8°44'34,30" N, 71°02'45,31" W, 3618 m, 10/03/2013 y 17/04/2013, J. Delgado. Material estudiado: J. Delgado 05/2013-07c (MERC), J. Delgado 0/2013-06 (MERC) (Det. Delgado, J. 2016). Especie típica de vegetación seca, montana abierta o de bosques espinosos en sitios parcialmente sombreados o expuestos, sobre suelos o rocas. Distribución: se conoce en Colombia (1800-2500 m), Ecuador (1800-1970 m), Perú (2800-4000 m) y Bolivia (1420-2050 m) y noroeste de Argentina (2060 m) (Churchill *et al.* 2000).

Además de estas especies, Polanco & León (en revisión) reportan para el bosque 5 ubicado en el Valle morrénico de Mucubají, las especies *Drepanocladus polygamus* (Schimp.) Hedenäs y *Campylopus griseus* var. *ingeniensis* (R.S. Williams) J.-P. Frahm como nuevas adiciones a la brioflora en Venezuela.

Así mismo, las especies *Leiomela bartramioides* (Hook.) Paris, *Fabronia ciliaris* var. *polycarpa* (Hook.) W.R. Buck, *Campylopus cuspidatus* var. *cuspidatus* (Hornsch) Mitt., *Neckera ehrenbergii* Müll. Hal., *Acroporium estrellae* (Müll. Hal.) W.R. Buck & Schäf.-Verw. y *Orthotrichum penicillatum* Mitt., son adiciones a la flora de musgos del Estado Mérida.

DISCUSIÓN

Para los parches de bosque de *Polylepis* en Venezuela se tiene el reporte de 90 especies de musgos, distribuidas en 53 géneros y 29 familias. De estas, las especies *Drepanocladus sordidus* (Müll. Hal.) Hedenäs, *Myurella sibirica* (Müll. Hal.) Reimers y *Pleurochaete luteola* (Besch.) Thér, se adicionan a la flora muscícola de Venezuela, así como nueve nuevos registros para el estado Mérida.

De manera general, las familias Leucobryaceae (14 especies), Pottiaceae (9), Bartramiaceae (9), Orthotrichaceae (9), Bryaceae (6) y Polytrichaceae (6), son las más diversas a nivel específico, distribuyéndose estas desde los bosques andinos de mediana altitud hasta los diferentes pisos parameros (Churchill & Linares, 1995). Para Frahm (1991), Zander (1993) y Gradstein *et al.* (2001), estas son las familias más diversas en los Andes tropicales, cuyos miembros presentan características morfoanatómicas que les permiten colonizar una amplia gama de microhábitats; entre estas características figuran la presencia de mamilas o papilas en una o ambas superficies foliares, células basales alares hialinas, células guía y estereidas en la costa y una banda central en los tallos. La dominancia de los géneros *Campylopus* (14 especies), *Leptodontium* (5), *Breutelina* (4), *Bryum* (4) y *Zygodon* (4), son una muestra del éxito de estas familias de musgos en estos ambientes.

Para la Sierra Nevada de Mérida, 39 especies son exclusivas y para la Sierra de La Culata, 34. Del total, solo el 19% de las especies es compartido por

ambas Sierras. Esta exclusividad de taxa sugiere un recambio en la composición de especies entre estos, la cual podría estar influenciada por la alta variabilidad ambiental a escala regional, local y temporal en el páramo andino (Monasterio & Reyes, 1980). Las diferencias en términos de la composición florística en cada parche puede estar asociada a diferencias en la altitud, exposición, incidencia de radiación solar, humedad relativa, cobertura de dosel, pendiente y otros factores físicos que podrían estar determinando la colonización de estos ambientes por las diferentes especies de musgos.

Del total de musgos, algunas especies son frecuentes en los bosques de *Polylepis*. Por ejemplo, las especies *Lepyrodon tomentosus* (Hook.) Mitt. y *Leptodontium wallisii* (Müll. Hal.) Kindb., son comunes tanto en bosques de *Polylepis* venezolanos como en aquellos inventariados por Wolf (1993) en Colombia, Parolly & Kürschner (2005) en el Ecuador y Aldana (2008) en Bolivia. Otras especies comunes en todos estos bosques son *Bryum argenteum* Hedw., *Campylopus areodictyon* (Müll. Hal.) Mitt., *C. pilifer* subsp. *pilifer* var. *pilifer* J - P. Frahm, *C. pittieri* R.S. Williams, *Hedwigidium integrifolium* (P.-Beauv.) Dixon in C. E. O. Jensen, *Leptodontium capitulligerum* Müll. Hal., *L. viticulosoides* var. *sulphureum* (Müll. Hal.) R. H. Zander, *Rhodobryum grandifolium* (Taylor) Schimp., *Thuidium peruvianum* Mitt. y *Zygodon reinwardtii* (Hornsch.) A. Braun (Wolf, 1993; Parolly & Kürschner 2005; Aldana, 2008).

En los bosques de *Polylepis* inventariados en Venezuela (León, 1991; Delgado, 2015) los elementos neotropicales son los más comunes (32 especies, 36 % del total). Delgado (2015), en su estudio de la flora vascular asociada a estos enclaves forestales, encuentra una predominancia de los elementos neotropicales, sobre los templados y cosmopolitas. Las condiciones en las cuales se establecen los bosques de *Polylepis* en la alta montaña, está muy asociada a la presencia de rocas, afloramientos o derrubios rocosos (Kleier & Lambirinos, 2005), que determinan temperaturas ligeramente más cálidas en comparación con el páramo abierto, produciendo un efecto *buffer* (amortiguador) ante oscilaciones microclimáticas.

En conclusión, existe una alta diversidad de especies de musgos asociadas a bosques de *Polylepis*. Muchas de estas podrían ser especies exclusivas que podrían estar respondiendo a cambios, por lo que se hace necesario el monitoreo. En el marco

de la conservación de los bosques de *Polylepis* en Suramérica y en el contexto del monitoreo de los efectos del cambio climático global, países como Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia, han desarrollado estrategias y lineamientos de conservación de los bosques de *Polylepis*. En Venezuela, aunque los bosques de coloradito tienen una figura de alta relevancia ambiental, no cuentan con un sistema de protección monitoreo adecuados.

La implementación de planes de zonificación participativa de los remanentes de bosques deteriorados por la extensión de la línea de cultivo agrícola y zonas de pastoreo, la preservación de relictos de bosques mejorando el control de visitas a través de senderos de acceso en áreas protegidas ubicadas dentro de Parques Nacionales, la elaboración de listados de especies de plantas y animales en estos bosques y el desarrollo de programas de educación ambiental usando a los bosques de *Polylepis* como aula abierta, se sugieren como herramientas para promover la conservación de estos majestuosos oasis de vegetación en el páramo andino.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al CDCHTA de la Universidad de Los Andes (ULA) proyecto C-1884-14-01F y al Instituto Jardín Botánico de Mérida de la Facultad de Ciencias-ULA por el apoyo para la realización de estos inventarios y a los Ingenieros Annie Lobo de la Oficina de Gestión Ambiental del Sistema Teleférico Mukumbarí-Mérida y John Parra, quienes participaron en la logística de los últimos muestreos en campo en la Sierra Nevada de Mérida. Al Dr. Guillermo Suárez por su amable invitación a participar en este número especial en honor a nuestra querida Dra. María Magdalena Schiavone (Magui) quien ha realizado importantes aportes al conocimiento de la brioflora argentina y ha contribuido así al desarrollo de la briología en Latinoamérica.

BIBLIOGRAFÍA

ALDANA, C. 2008. Briofitas de los bosques de *Polylepis pepei* (Provincia Murillo, La Paz – Bolivia): Comunidades y Ecología. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

- ARNAL, H. 1983. Estudio ecológico del bosque altiandino de *Polylepis sericea* Wedd. en la Cordillera de Mérida. Trabajo especial de grado. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- CHURCHILL, S. P. & E. LINARES. 1995. Prodomus Bryologiae Novo Granatensis: Introducción a la Flora de los musgos de Colombia. Biblioteca José Jerónimo Triana. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. 12: 1-924.
- CHURCHILL, S.P., GRIFFIN, D. III & J. MUÑOZ. 2000.: A checklist of the mosses of the Tropical Andean countries. Monografías del Real Jardín Botánico. *Ruizia* 17: 1-203.
- CRUM, H. A. & ANDERSON, L. E. 1981. *Mosses of eastern North America*. The New York Botanical Garden. 69: 1-1328.
- DELGADO, J. 2015. Flórula vascular y Bryophyta *sensu stricto* de un bosque de *Polylepis sericea* Wedd., ubicado en la sierra de la Culata, Mérida-Venezuela. Trabajo especial de grado. Departamento de Biología. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- FRAHM, J. P. 1991. Dicranaceae: Campylopodioideae, Paraleucobryoideae. *Fl. Neotrop. Monogr.* 54: 1-238.
- FRAHM, J. P. 2003. Manual of Tropical Bryology. *Trop. Bryol.* 23: 9-195.
- FRANSEN, S. 2005. Taxonomic revision of the moss genus *Bartramia* Hedw. Sections *Bartramia* and *Vaginella* C. Müll. Doctoral dissertation Göteborg University, Faculty of Science.
- GARECA, E., HERMY, M., FJELDSÅ, J. & O. HONNAY. 2010. *Polylepis* woodland remnants as biodiversity islands in the Bolivian high Andes. *Biodivers. Conserv.* 19: 3327-3346.
- GOFFINET, B. & J. SHAW. 2009. Classification: mosses [online]. University of Connecticut. Disponible en <http://bryology.uconn.edu/classification-2/>. [Acceso: Noviembre-Diciembre 2016]
- GRADSTEIN, R., CHURCHILL, S., Y N. SALAZAR. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 86: 1-577.
- GRIFFIN, D. 1981. El género *Sphagnum* en los Andes de Colombia y Venezuela. Clave para las especies frecuentes u ocasionales con notas ecológicas y taxonómicas. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 2:201-211.
- GRIFFIN, D. 1990. Two new pentastichous species of *Zygodon* from high elevation in Venezuela. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 11 (2):163-168.
- HAMMER, Ř.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

- HEDENÄS, L. 2003. *Amblystegiaceae (Musci)*. Flora Neotropica. The New York Botanical Garden 89: 1-108.
- HOCH, G. & C. KÖRNER. 2005. Growth, demography and carbon relations of *Polylepis* trees at the world's highest treeline. *Funct. Ecol.* 19: 941-951.
- HUECK, K. 1962. Gesellschaftsanschluss der Lärche und Grundlagen ihrer Natürlichen Verbreitung in den Ostalpen, Der *Polylepis* – Wal in den Venezolanischen Anden, eine Parallele zum Mitteleuropäischen Latschenwald Angewandte Pflanzensoziologie 17:57-76.
- KESSLER, M. 2002. The “*Polylepis* problem”: where do we stand? *Ecotropica* 8: 97-110.
- KESSLER, M. 2006. Bosques de *Polylepis*. In: MORAES, M., ÖLLGAARD, B., KVIST, L. P., BORCHSENIUS, F. & H. Balslev (eds.). *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Pp. 110-120. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- KESSLER, M. & A. N. SCHMIDT-LEBUHN. 2006. Taxonomical and distributional notes on *Polylepis* (Rosaceae). *Org. Divers. & Evol.* 6, Electr. Suppl. 1:1-10
- KLEIER C. & J. LAMBIRINOS. 2005. The importance of nurse associations for three tropical alpine life forms. *Arct. Antarct. Alp Res.* 37 (3): 320-334.
- KÖRNER, CH. & PAULSEN, J. 2004. A world-wide study of high altitude treeline temperatures. *J. Biogeogr.* 31: 713-732.
- LEÓN, Y. 1991. Estudio de la vegetación vascular de tres bosques de *Polylepis sericea* Wedd. ubicados en la Sierra Nevada de Mérida. Trabajo especial de grado. Departamento de Biología. Universidad de Los Andes. Mérida - Venezuela.
- LEÓN, Y., USSHER, M. S., ROJAS, C. & J. DELGADO. [en línea]. Base de datos de los musgos de Venezuela (MdV). Disponible en <http://musgos.cecalc.ula.ve/>. [Acceso: enero 2014-diciembre 2016]
- LEWINSKY, J. 1993. *Orthotrichum spanotrichum* Lewinsky, sp. nov. from Venezuela. *Lindbergia* 18:116-120.
- MARCORA, P., HENSEN, I., RENISON, D. SELTMANN, P. & K. WESCHE. 2008. The performance of *Polylepis* australis trees along their entire altitudinal range: implications of climate change for their conservation. *Divers. Distrib.* 14: 630-636.
- MENDOZA, W. & A., CANO. 2011. Diversidad del género *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos. *Rev. peru. biol.* 18 (2): 197-200.
- MENDOZA, W. 2010. Taxonomía y distribución de las especies peruanas de *Polylepis* Ruíz & Pav. (Rosaceae, Magnoliopsida). Tesis de Magister. UNMSM. Lima-Perú. 125 p.
- MONASTERIO, M. 1980a. Los Páramos Andinos como Región Natural. Características Biogeográficas Generales y Afinidades con otras Regiones Andinas. In: MONASTERIO, M. (ed.): *Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos*. Pp. 15-27. Ediciones de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- MONASTERIO, M. 1980b. Las Formaciones Vegetales de los Páramos de Venezuela. In: MONASTERIO, M. (ed.): *Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos*. Pp. 93-158. Ediciones de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- MONASTERIO, M. & S. REYES. 1980. Diversidad Ambiental y Variación de la Vegetación en los Páramos de Los Andes Venezolanos. In: MONASTERIO, M. (ed.): *Estudios Ecológicos de los Páramos Andinos*. Pp. 47-91. Ediciones de la Universidad de Los Andes., Mérida, Venezuela.
- MUÑOZ, J. 1999. A revision of *Grimmia* (Musci, Grimmiaceae) in the Americas. 1: Latin America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 86: 118-191.
- NAVARRO, G., MOLINA, J. A. & N. DE LA PARRA. 2005. Classification of the high – Andean *Polylepis* forest in Bolivia. *Plant Ecol.* 176: 113-130.
- OCHI, H. 1980. A Revision of the Neotropical Bryoideae, Musci (First Part). *J. Fac. Educ. Tottori Univ. Nat. Sci.* 29: 49-154.
- OCHI, H. 1981. A revision of the Neotropical Bryoideae, Musci (Second Part). *J. Fac. Educ. Tottori Univ. Nat. Sci.* 30: 21-55.
- PAROLLY, G. & H. KÜRSCHNER. 2005. Syntaxonomy, life forms, life strategies and ecomorphology of the subandean woodlands and *Polylepis* forest in Central Ecuador. Ecosociological studies in Ecuadorian bryophyte communities. 6. *Bot. Jahrb. Syst.* 126 (2): 211-252.
- POLANCO, D. 2015. Musgos del complejo morrénico de Mucubají, Parque Nacional Sierra Nevada, Mérida, Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Departamento de Biología. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- POLANCO, D. & Y. LEÓN. 2016. Nuevos registros de musgos del complejo morrénico de Mucubají, Parque Nacional Sierra Nevada, Mérida, Venezuela. Enviado a *Acta Bot. Venez.*
- RENISON, D. & A. M. CINGOLANI. 1998. Experiencias en germinación y reproducción vegetativa aplicados a la reforestación con *Polylepis australis* Bitt. (Rosaceae) en las Sierras Grandes de Córdoba, Argentina. *Agriscientia* 15: 47-53.
- SCHOFIELD, W. B. 1992. Bryophyte distribution patterns. In: BATES, J. W. & A. M. FARMER (eds.): *Bryophytes and Lichens in Changing World*. Pp. 103-130. Oxford: Clarendon Press.

J. Delgado y Y. León - Musgos de los bosques de *Polylepis* en Venezuela

- SCHUBERT, C. & S. VALASTRO. 1973. Páramo de La Culata, Estado Mérida: Glaciación del Pleistoceno Tardío. *Asoc. Venez. de Geol. Min y Petrol.* Boletín Informativo 16:108-142.
- SHARP, A. J., CRUM, H. & P. ECKEL. 1994. The Moss Flora of Mexico. *Mem. N. Y. Bot. Gard.* 69: 1-1113.
- SIMPSON, B. 1979. A revision of the genus *Polylepis* (Rosaceae: Sanguisorbeae). *Smithson. contrib. bot.* 43: 1-62.
- SIMPSON, B. 1986. Speciation and specialization of *Polylepis* in the Andes. In: VUILLEUMIER, F. & M. Monasterio (eds.): *High Altitude Tropical Biogeography*. Pp. 304-316. Oxford Univ. Press.
- TOIVONEN, J. M. 2014. Determinants of *Polylepis* (Rosaceae) forest distribution and treeline formation in the High Andes. Doctoral thesis. Department of Biology. Section of Biodiversity and Environmental Science. Painosalama Oy - Turku, Finland.
- TRÓPICOS.org. Missouri Botanical Garden. Disponible en <http://www.tropicos.org>
- VAN DER WIJK, R., MARGADANT, W. D. & P. A. FLORSCHÜTZ. 1959. Index Muscorum. Volume 1 (A – C). *Regnum Veg.* 17: 548.
- WOLF, J. H. D. 1993. Ecology of epiphytes and epiphyte communities in montane rain forest, Colombia. Tesis doctoral. Universidad de Amsterdam, Amsterdam.
- ZANDER, R. H. 1993. Genera of the Pottiaceae: Mosses of harsh environments. *Bull. Buffalo Soc. Nat. Sci* 32: 1-278.
- ZUTTA, B., RUNDEL, P., SAATCHI, S., CASANA, J., GAUTHIER, P., SOTO, A., VELAZCO, Y. & W. BUERMANN. 2012. Prediciendo la distribución de *Polylepis*: bosques Andinos vulnerables y cada vez más importantes. *Rev. peru. biol* 19 (2): 205-212.

Recibido el 1 de marzo de 2017, aceptado el 2 de junio de 2017.

