

DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN FRAGMENTOS DE BOSQUES DE *POLYLEPIS SERICEA* WEDD. (ROSACEAE) EN LOS ANDES DE MÉRIDA, VENEZUELA

Floristic diversity in *Polylepis sericea* Wedd. (Rosaceae) forest fragments in the Andes of the Mérida, Venezuela

Jesús DELGADO¹ y Yelitza LEÓN-VARGAS

¹Instituto Jardín Botánico de Mérida, Facultad de Ciencias.
Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
jesusfranciscod@gmail.com

RESUMEN

Se presenta un análisis de la riqueza florística de cuatro fragmentos de bosques de *Polylepis sericea* ubicados en la Cordillera de Mérida, Venezuela. Se reporta un total de 133 especies distribuidas en 87 géneros y 37 familias, donde Asteraceae es la familia más rica. Las formas de vida dominantes son las hierbas y los arbustos, y el componente fitogeográfico más representativo es el tropical (48,13 %); se reporta un 12 % de endemismos y ca. 1 % de las especies figuran bajo alguna categoría de amenaza. El análisis de agrupación permitió distinguir entre fragmentos de bosque en La Culata y la Sierra Nevada. Los bosques de *Polylepis* en Venezuela comparten aproximadamente 68 % de la diversidad con bosques colombianos dominados por la misma especie.

Palabras clave: endemismos, fitogeografía, flora, *Polylepis*, Venezuela

ABSTRACT

An analysis of the floristic richness was performed in four fragments of *Polylepis sericea* forests located within the Cordillera de Mérida, Venezuela. This study reported a total of 133 species across 87 genera and 37 families, with Asteraceae emerging as the most species-rich family. Herbs and shrubs were identified as the dominant life forms while the tropical phytogeographic component was the most prominent, accounting for 48.13 % of the species. The study also highlights a 12 % level of endemism and notes that approximately 1 % of the species are classified under some threat category. A cluster analysis differentiated the forest fragments in

La Culata from those in Sierra Nevada. Furthermore, Venezuelan *Polylepis* forests share approximately 68 % of their species diversity with Colombian forests dominated by the same species.

Key words: endemisms, flora, phytogeography, *Polylepis*, Venezuela

INTRODUCCIÓN

En las zonas más altas de las montañas tropicales por encima del límite crítico de temperatura media para el crecimiento de árboles, se encuentran pequeños bosques dominados por diferentes especies de *Polylepis* Ruiz & Pav. (Rosaceae). Estos sistemas actúan como protectores de las fuentes de agua, regulan la escorrentía y mejoran la captación del recurso, reducen la erosión de los suelos y contribuyen con la retención de nutrientes (Fjeldså & Kessler 1996, 2004; Renison & Cingolani 1998; Cuyckens & Renison 2018). Actualmente figuran como una de las formaciones vegetales más amenazadas de América (Navarro *et al.* 2005) por albergar un gran número de especies endémicas y amenazadas (Gareca *et al.* 2010).

Polylepis es un género 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, con una población extratropical en el noreste y centro de Argentina (Simpson 1979; Kessler 2006; Mendoza & Cano 2011) ocupando altitudes que van desde los 800 (Marcora *et al.* 2008) hasta los 4810 m snm (Hoch & Körner 2005) encontrándose en porciones muy específicas de afloramientos o derrubios rocosos fisurados, agrupaciones de bloque y taludes de montaña (Monasterio 1980; Silva *et al.* 2011).

Hasta ahora se conoce la flora asociada a fragmentos de bosques de *Polylepis besserii* Hieron (Fernández *et al.* 2001), *P. lanata* (Kuntze) M. Kessler & Schmidt-Leb., *P. subtusalbida* (Bitter) M. Kessler & Schmidt-Leb., *P. incanoides* (M. Kessler) T. Boza & M. Kessler, *P. nana* (M. Kessler) T. Boza & M. Kessler (Fernández-Terrazas 1997; Fernández-Terrazas & Ståhl 2002), *P. tarapacana* Phil. (Kessler 2006), *P. incarum* (Bitter) M. Kessler & Schmidt-Leb. y *P. pacensis* M. Kessler & Schmidt-Leb. (Hurtado *et al.* 2018) en Bolivia; bosques de *P. triacontandra* Bitter (Ferro *et al.* 2006), *P. incarum* (Ferro *et al.* 2006; Montesinos-Tubée *et al.* 2015), *P. pepeii* B.B. Simpson (Sylvester *et al.* 2014), *P. subsericans* J.F. Macbr., *P. racemosa* Ruiz & Pav., *P. incana* Kunth, *P. tomentella* Wedd. (Mendoza & Roque 2007) y *P. flavipila* (Bitter) M. Kessler & Schmidt-Leb. (Trinidad & Cano 2016) en Perú; bosques

de *P. microphylla* (Wedd.) Bitter, *P. pauta* Hieron. (Ridbäck 2008), *P. incana* y *P. reticulata* Hieron (Fernández de Córdova 2011) en Ecuador y en bosques de *P. quadrijuga* Bitter (Rangel & Arellano 2010; Espitia 2018) y *P. sericea* Wedd. en Colombia (Rangel & Arellano 2010; Rangel & Ariza 2000).

En Venezuela, solo está reportada la especie *P. sericea* (Simpson 1979; Briceño & Morillo 2002; Gaviria 2004; Romoleroux 2008; Boza *et al.* 2019; Boza & Kessler 2022) que puede encontrarse formando pequeñas poblaciones aisladas de pocos individuos o integrando sistemas forestales bastante complejos, localmente conocidos como bosques de coloradito. En esta especie se han realizado algunos estudios ecofisiológicos (Rada 1983; Rada *et al.* 1996, 2009; Colmenares-Arteaga 2002; Azócar *et al.* 2007), anatómicos (Colmenares-Arteaga *et al.* 2005) y ecológicos (Arnal 1983) pero ninguno netamente florístico, aunque la flora criptogámica ha sido documentada por Delgado & León (2017) y Gradstein & Pócs (2021). A partir de inventarios florísticos preexistentes se conoce que junto a *P. sericea* crecen árboles de bajo porte de los géneros *Gynoxys* Cass. (León 1991) y *Espeletia* Bonpl. (Delgado 2015), así como especies de *Linochilus* Benth., *Chaetolepis* (DC.) Miq., *Escallonia* Mutis ex L.f., *Miconia* Ruiz & Pav., *Weinmannia* L., *Geranium* L. y *Alchemilla* L. (Monasterio 1980; Arnal 1983; Silva *et al.* 2011).

Hoy en día, el impacto humano está degradando los bosques altoandinos lo que se traduce en la fragmentación de estos sistemas forestales a una escala sin precedentes (Sylvester *et al.* 2017). En este trabajo se presenta la riqueza florística asociada a cuatro fragmentos de bosque de *Polylepis* en los Andes venezolanos con el fin de establecer un punto de partida para líneas base de monitoreo y conservación de bosques de coloradito en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de los fragmentos de bosque

Se seleccionaron cuatro fragmentos de bosque de *Polylepis sericea*, tres de los cuales se encuentran ubicados en la Sierra Nevada de Mérida con un área aproximada de 1 km² cada uno, mientras que el cuarto fragmento de bosque se ubica en la Sierra de La Culata con un área de 2,5 km². La ubicación local de los bosques se muestra en la Tabla 1, su ubicación geográfica relativa en la Fig. 1.

Inventarios de flora, herborización y análisis florístico

Los inventarios de campo provienen de exploraciones botánicas realizadas por los autores durante los años 1989-1991 y 2013-2015. Se utilizó la

Tabla 1. Localidad, coordenadas geográficas y altitud de los fragmentos de bosque de *Poly-lepis sericea* inventariados.

Bosque	Localidad	Coordenadas		Altitud (m snm)
		Latitud	Longitud	
Mukumbarí, Sistema teleférico de Mérida, Sierra Nevada de Mérida				
1	Bosque en las adyacencias de la estación Loma Redonda.	8°32' N	71°04' O	3953
2	Bosque en el camino al Alto de la Cruz – camino al pueblo Los Nevados.	8°32' N	71°04' O	4122
3	Bosque colindando con la laguna Los Anteojos.	8°32' N	71°04' O	4011
Sierra de La Culata				
4	Páramo El Escorial. Bosque adyacente a la Laguna La Barrosa.	8°44' N	71°02' O	3618

metodología clásica para estudios florísticos, la cual consiste en la recolecta de las especies lo más completas posibles a partir de caminatas continuas a lo largo y ancho de cada bosque, desde los bordes hasta los núcleos centrales de cada fragmento. Las muestras fueron prensadas, secadas y determinadas en el Laboratorio de Sistemática Vegetal del Instituto Jardín Botánico de Mérida, Universidad de Los Andes. Se siguió la clasificación propuesta por Hassler (1994-2024) para los helechos y licófitas, mientras que para las plantas con flores se siguió el sistema jerárquico del Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV 2016) y la circunscripción taxonómica de los taxa fue validada tomando en consideración la información disponible en World Flora Online (2024). Las muestras botánicas están depositadas en los herbarios VEN y MERC.

Diversidad beta

Se calculó el índice de similitud de Sørensen (Sørensen 1957) para comparar la diversidad entre muestras en función de los datos de presencia/ausencia de especies a partir de $Q_s: 2*C/A+B$, donde **A** y **B** son el número de especies encontradas en las muestras A y B, respectivamente, y **C** es el número de especies compartidas. Se construyó además, un cluster de similaridad con el software PAST versión 4.09 para visualizar las relaciones existentes entre los fragmentos de bosque.

Análisis de las formas de vida

El análisis de las formas de vida se hizo en función del sistema de clasificación de Hedberg (1964) con algunas adaptaciones propuestas por

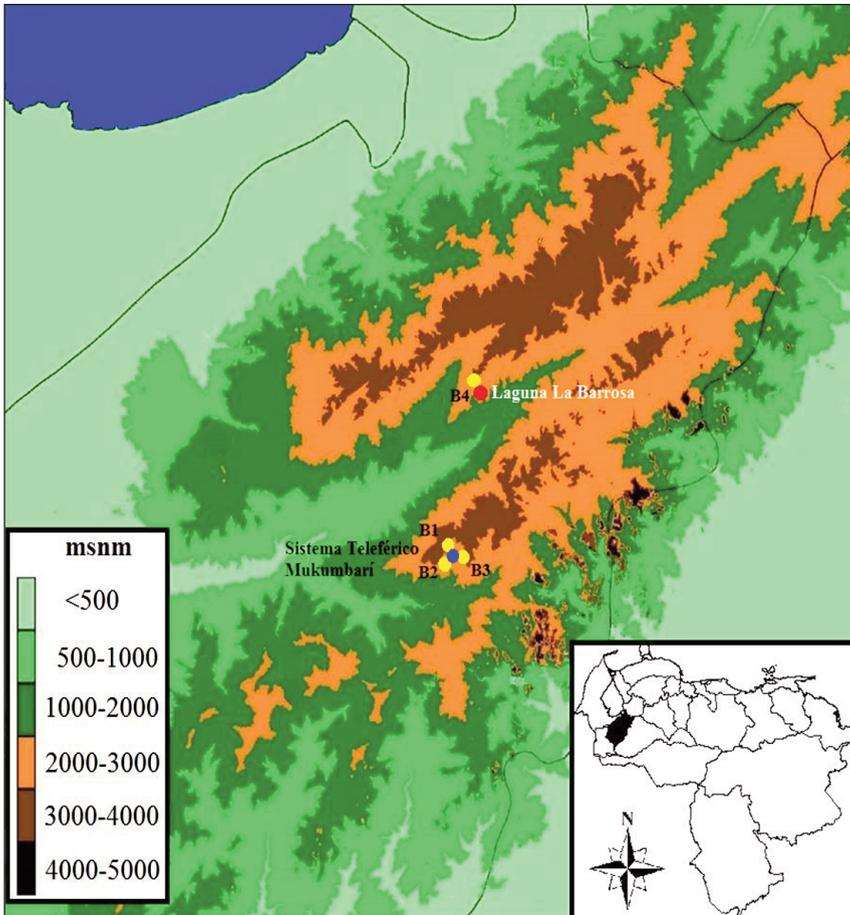


Fig. 1. Ubicación relativa de los bosques de *Polylepis* estudiados (puntos amarillos). B1, B2 y B3 = en la Sierra Nevada de Mérida, en las adyacencias del Sistema Teleférico Mukumbarí (punto azul); B4 = en Sierra de La Culata, cerca de la Laguna La Barrosa (punto rojo).

Arzac *et al.* (2011). En este trabajo las rosetas acaules y caulescentes fueron consideradas dentro de una misma categoría, rosetas; las gramíneas macollantes fueron incluidas dentro de la categoría hierbas, mientras que los cojines y arbustos esclerófilos se mantuvieron siguiendo el criterio de Hedberg (1964). Tomando en consideración las subcategorizaciones realizadas por Arzac *et al.* (2011), se incluyeron dentro de las formas de vida las categorías de árboles, sufrutices, trepadoras y helechos (*incl.* licófitas).

Análisis fitogeográfico

Para este análisis se hizo una distinción de las especies en tres componentes fitogeográficos: tropicales, templados y cosmopolitas, así como una subcategorización por elementos: neotropical montano, neotropical paramuno, pantropical, austral antártico, holártico, templado frío y cosmopolita, tomando en consideración el trabajo de Cleef (1979) para la flora de los páramos de Colombia. Además, para la categorización se tomaron en cuenta los trabajos de Cleef (1983), Ricardi *et al.* (1997), Lozano *et al.* (2009) y Cuello *et al.* (2010).

Endemismos y estado de conservación

El porcentaje de endemismos en los fragmentos de bosque se obtuvo en función de lo reportado en Hokche & Berry (2008), y el estado de conservación de las especies según Llamozas *et al.* (2003) y Huérfano *et al.* (2020), la categorización nacional más reciente para Venezuela.

RESULTADOS

Análisis florístico general

En los fragmentos de bosque analizados son las angiospermas el grupo más representativo con 113 especies distribuidas en 75 géneros y 30 familias (Tabla 2), con las dicotiledóneas como el grupo más rico aportando 85 % a la diversidad específica (96 especies). Las monocotiledóneas le siguen en orden de importancia con 14 especies distribuidas en 12 géneros y cuatro familias, mientras que las magnólicas son las menos representadas, contando con tres especies. Por otro lado, se encontraron 17 especies de helechos agrupadas en 10 géneros y seis familias, mientras que las licófitas cuentan con tres especies repartidas en dos géneros y una familia, Lycopodiaceae. En la Tabla 3 se presenta el listado de las especies encontradas en los fragmentos de bosque y en la Fig. 2 se muestran algunas de estas.

De las angiospermas, la familia Asteraceae es la más rica a nivel genérico y específico, encontrándose un total de 31 especies agrupadas en 19 géneros. Las familias que le siguen en orden de importancia son Rosaceae (13 especies/6 géneros) y Poaceae (8/7). Familias como Apiaceae, Geraniaceae, Hypericaceae y Brassicaceae también resultan estar bien representadas, cada una con cuatro especies aportando 14 % a la diversidad específica. Los géneros más representativos son *Alchemilla* con siete especies, *Monticalia* C. Jeffrey, *Draba* L., *Hypericum* L. y *Espeletia* Bonpl. con cuatro cada uno y finalmente, *Pseudognaphalium* Kirp., *Valeriana* L., *Geranium* L. y *Peperomia*

Tabla 2. Número de familias, géneros y especies reportadas para los relictos de bosques de *Polylepis sericea* inventariados.

Grupo	Familias		Géneros		Especies	
	N	%	N	%	N	%
Lycophyta	1	2,70	2	2,30	3	2,26
Monilophyta	6	16,22	10	11,49	17	12,78
Angiospermas basales	1	2,70	1	1,15	3	2,263
Monocotyledonae	4	10,81	12	13,79	14	10,53
Dicotyledonae	25	67,57	62	1,26	96	72,18
Totales	37		87		133	

Ruiz & Pav. con tres especies. De los helechos, Dryopteridaceae es la familia más rica siendo *Elaphoglossum* Schott ex J. Sm. el género con el mayor número de especies (Fig. 3).

Análisis florístico por bosque

En los fragmentos de bosque existe una tendencia en la predominancia de las familias Asteraceae, Poaceae y Rosaceae, mientras que del grupo de los helechos son las familias Dryopteridaceae, Polypodiaceae y Pteridaceae, las más representativas. En la Tabla 4 se muestran las relaciones taxonómicas entre fragmentos de bosque haciendo énfasis en las familias con mayor diversidad.

Diversidad beta

El análisis de agrupación de los bosques en función de la diversidad florística muestra una mayor similitud entre los bosques 1, 2 y 3 formando el complejo de bosques ubicados en la Sierra Nevada de Mérida, mientras que el bosque 4 ubicado en la Sierra de La Culata es segregado del resto como uno solo, compartiendo entre el 33 % y el 44 % de la diversidad florística con el grupo de los bosques ubicados en la Sierra Nevada (Fig. 4).

El índice de Sørensen (Tabla 5) muestra una mayor similitud entre los bosques 2 y 3, los cuales comparten más del 60 % de sus especies, mientras que los bosques 2 y 4 solo comparten poco más del 32 %. Este último bosque, el de La Culata, refleja valores de similitud muy bajos al ser comparado con el resto, llegando a compartir menos del 50 % de sus especies con los bosques del complejo Sierra Nevada de Mérida.

Tabla 3. Listado de especies de plantas recolectadas en los fragmentos de bosque de *Polylepis sericea* en el estado Mérida, Venezuela.

Grupo Familia	Especies	Nevada			La Culata
		B1	B2	B3	
Lycophyta					
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.				X
	<i>L. clavatum</i> subsp. <i>contiguum</i> (Klotzsch) B. Øllg.		X		
	<i>Phlegmariurus vernicosus</i> (Hook. & Grev. Á. Löve & D. Löve*	X		X	
Monilophyta					
Aspleniaceae	<i>Asplenium castaneum</i> Schltl. & Cham.				X
	<i>A. monanthes</i> L.				X
	<i>A. praemorsum</i> Sw.				X
Cystopteridaceae	<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	X			X
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum dombeyanum</i> (Fée) T.B. Moore & Houlston	X			
	<i>E. mathewsii</i> (Fée) T. Moore			X	X
	<i>E. melancholicum</i> Vareschi	X	X		
	<i>E. ovatum</i> (Hook. & Grev.) T. Moore				X
	<i>Polystichum orbiculatum</i> (Desv.) J. Rémy & Fée*	X	X	X	X
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum subrigidum</i> Christ				X
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum angustifolium</i> (Sw.) Fée	X			
	<i>C. solutum</i> (Klotzsch) Fée				X
	<i>Melpomene moniliformis</i> (Lag. ex Sw.) A.R. Sm. & R.C. Moran*			X	X
	<i>Pleopeltis murorum</i> (Hook.) A.R. Sm. & Tejero	X	X		X
Pteridaceae	<i>Jamesonia canescens</i> Kunze	X		X	X
	<i>J. imbricata</i> (Sw.) Hook. & Grev	X	X		X
	<i>Pityrogramma ebenea</i> (L.) Proctor				X
Angiospermas basales ("Magnoliids")					
Piperaceae	<i>Peperomia hartwegiana</i> Miq.				X
	<i>P. microphylla</i> Kunth	X	X	X	
	<i>P. rotundata</i> Kunth				X
Monocotyledonae ("Monocots")					
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	X	X	X	X
	<i>Sisyrinchium tinctorium</i> Kunth	X	X	X	X
Juncaceae	<i>Luzula gigantea</i> Desv.	X	X	X	X
	<i>L. racemosa</i> Desv.	X			
Orchidaceae	<i>Aa paleacea</i> (Kunth) Rchb. f.	X	X	X	X
	<i>Gomphichis viscosa</i> (Rchb. f.) Schltr.	X			
Poaceae	<i>Aciachne acicularis</i> Laegaard	X	X	X	X
	<i>Agrostis scabra</i> Willd.				X
	<i>Calamagrostis chaseae</i> Luces*				X
	<i>Cortaderia haplotricha</i> (Pilg.) Conert	X	X	X	X
	<i>Poa infirma</i> Kunth	X	X		
	<i>P. trachyphylla</i> Pilg.	X			
	<i>Paramochloa effusa</i> (Kunth) P.M. Peterson, Soreng, Romasch. & Barberá	X	X	X	
	<i>Podagrostis meridensis</i> (Luces) A.M. Molina & Rúgolo*			X	

Tabla 3. Continuación...

Grupo Familia	Especies	Nevada			La Culata
		B1	B2	B3	
Dicotyledonae ("Eudicots")					
Apiaceae	<i>Azorella julianii</i> Mathias & Constance*	X	X		
	<i>Eryngium humile</i> Cav.		X	X	
	<i>Niphogeton dissectus</i> (Benth.) J.F. Macbr.	X		X	X
	<i>Ottoa oenanthoides</i> Kunth			X	
Asteraceae	<i>Ageratina theifolia</i> (Benth.) R.M. King & H. Rob.				X
	<i>Baccharis prunifolia</i> Kunth		X		X
	<i>Bidens triplinervia</i> Kunth			X	X
	<i>Espeletia lucida</i> Aristeg.*				X
	<i>E. spicata</i> Sch.Bip. ex Wedd.*		X		
	<i>E. schultzii</i> Wedd.*	X	X	X	X
	<i>E. semiglobulata</i> Cuatrec.*			X	X
	<i>Gynoxys meridana</i> Cuatrec.				X
	<i>G. moritziana</i> Sch.Bip. ex Wedd.	X	X	X	
	<i>Hieracium erianthum</i> Kunth			X	
	<i>Hinterhubera lanuginosa</i> Cuatrec. & Aristeg.*	X	X		
	<i>H. laseguei</i> Wedd.*		X		
	<i>Hypochaeris setosa</i> Formánek		X		X
	<i>Lasiocephalus longipenicillatus</i> (Sch.Bip. ex Sandwith) Cuatrec.	X	X	X	
	<i>Linochilus venezuelensis</i> (Cuatrec.) Saldivia & O.M. Vargas	X			
	<i>Monticalia apiculata</i> (Sch.Bip. ex Wedd.) C. Jeffrey				X
	<i>M. greenmaniana</i> (Hieron.) C. Jeffrey	X			
	<i>M. imbricatifolia</i> (Sch.Bip. ex Wedd.) C. Jeffrey		X	X	
	<i>M. pachypus</i> (Greenm.) C. Jeffrey*			X	
	<i>Noticastrum marginatum</i> (Kunth) Cuatrec.	X			
	<i>Oritrophium nevadense</i> (Wedd.) Cuatrec.				X
	<i>O. paramense</i> (Aristeg. & Cuatrec.) Aristeg.		X		
	<i>Oxylobus glandulifer</i> (Sch.Bip. ex Hemsl.) A. Gray ex Klatt			X	
	<i>Pluchea bififormis</i> DC.				X
	<i>Pseudognaphalium dysodes</i> (Spreng.) S.E. Freire, N. Bayón & C.Monti	X	X	X	X
	<i>Pseudognaphalium gaudichaudianum</i> (DC.) Anderb.	X	X	X	
	<i>P. moritzianum</i> (Klatt) V.M. Badillo	X	X		
	<i>Senecio funkii</i> Sch.Bip.	X			
	<i>S. wedglacialis</i> Cuatrec.	X	X	X	X
	<i>Talamancaster andinus</i> (V.M. Badillo) Pruski	X			
	<i>Taraxacum campyloides</i> G.E. Haglund				X
Berberidaceae	<i>Berberis discolor</i> Turcz.	X			
Boraginaceae	<i>Moritzia lindenii</i> (A.DC.) Benth. ex Gürke	X			
Brassicaceae	<i>Draba bellardii</i> S.F.Blake	X			
	<i>D. farsetioides</i> Linden & Planch.			X	
	<i>D. lindenii</i> (Hook.) Planch. ex Sprague			X	
	<i>D. pulvinata</i> Turcz.			X	
Caprifoliaceae	<i>Valeriana bractescens</i> (Hook.) Höck*				X
	<i>V. phyllicoides</i> (Turcz.) Briq.				X
	<i>V. spicata</i> (Turcz.) Briq.	X		X	X

Tabla 3. Continuación...

Grupo Familia	Especies	Nevada			La Culata
		B1	B2	B3	
Caryophyllaceae	<i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb.	X			X
	<i>A. musciformis</i> Triana & Planch.	X		X	X
	<i>Cerastium meridense</i> Linden & Planch.	X			X
	<i>Drymaria villosa</i> subsp. <i>paramorum</i> (S.F. Blake) J.A. Duke				X
Crassulaceae	<i>Echeveria bicolor</i> (Kunth) E. Walther	X	X	X	X
Ericaceae	<i>Gaultheria myrsinoides</i> Kunth	X		X	X
	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	X			
	<i>V. meridionale</i> Sw.				X
Fabaceae	<i>Vicia andicola</i> Kunth				X
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i> Kunth				X
Geraniaceae	<i>Halenia viridis</i> (Griseb.) Gilg	X		X	
	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.			X	
	<i>Geranium diffusum</i> Kunth*		X		
	<i>G. meridense</i> Pittier*				X
Grossulariaceae	<i>G. multiceps</i> Turcz.*	X			
	<i>Ribes andicola</i> Jancz.				X
Hypericaceae	<i>R. canescens</i> Pittier		X	X	
	<i>Hypericum caracasenum</i> Willd.				X
	<i>H. cardonae</i> Cuatrec.	X			
Lamiaceae	<i>H. juniperinum</i> Kunth	X			X
	<i>H. laricifolium</i> Juss.	X	X	X	X
	<i>Clinopodium nubigenum</i> (Kunth) Kuntze	X		X	X
Melastomataceae	<i>Stachys venezuelana</i> Briq.				X
	<i>Chaetolepis lindeniana</i> (Naudin) Triana	X	X	X	X
	<i>Miconia chionophylla</i> Triana			X	
Montiaceae	<i>M. latifolia</i> (D. Don) Naudin				X
Orobanchaceae	<i>Montia meridensis</i> Friedrich			X	
	<i>Castilleja fissifolia</i> L. f.	X	X	X	
	<i>Neobartsia laniflora</i> (Benth.) Uribe-Convers & Tank	X		X	
Oxalidaceae	<i>N. pedicularoides</i> (Benth.) Uribe-Convers & Tank	X			X
	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav. ex G. Don	X	X	X	X
Plantaginaceae	<i>Ourisia chamaedrifolia</i> Benth.			X	
	<i>Sibthorpia repens</i> (Mutis ex L.) Kuntze	X			
	<i>Veronica serpyllifolia</i> L.	X			
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella</i> L.**	X	X	X	X
Ranunculaceae	<i>Ranunculus spaniophyllus</i> Lourteig	X			
Rosaceae	<i>Acaena cylindristachya</i> Ruiz & Pav.				X
	<i>A. elongata</i> L.				X
	<i>Alchemilla aphanoides</i> Mutis ex L. f.	X			
	<i>A. equisetiformis</i> Trevir.		X	X	
	<i>A. hirta</i> (L.M. Perry) Rothm.				X
	<i>A. polylepis</i> Wedd.	X	X	X	
	<i>A. ramosissima</i> Rothm.		X	X	
	<i>A. lycopodioides</i> Trevir.*				X
	<i>A. verticillata</i> Fielding & Gardner		X	X	
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (DC.) Lindl.	X	X	X	X
	<i>Polylepis sericea</i> Wedd.	X	X	X	X
	<i>Potentilla heterosepala</i> Fritsch	X			
	<i>Rubus coriaceus</i> Poir.				X

Tabla 3. Continuación...

Grupo Familia	Especies	Nevada			La Culata
		B1	B2	B3	
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunth) Schltld.	X	X	X	X
	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Endl. ex Griseb.	X	X	X	X
Solanaceae	<i>Saracha punctata</i> Ruiz & Pav.				X

B1 = bosque en las adyacencias de la estación Loma Redonda (Sierra Nevada de Mérida); B2 = bosque en el camino al Alto de la Cruz-camino a Los Nevados (Sierra Nevada de Mérida); B3 = bosque colindando con la laguna Los Antojos (Sierra Nevada de Mérida); B4 = bosque adyacente a la Laguna La Barrosa, Páramo El Escorial (Sierra de La Culata). * = endemismos. ** = especie introducida y naturalizada (Aymard 2008).

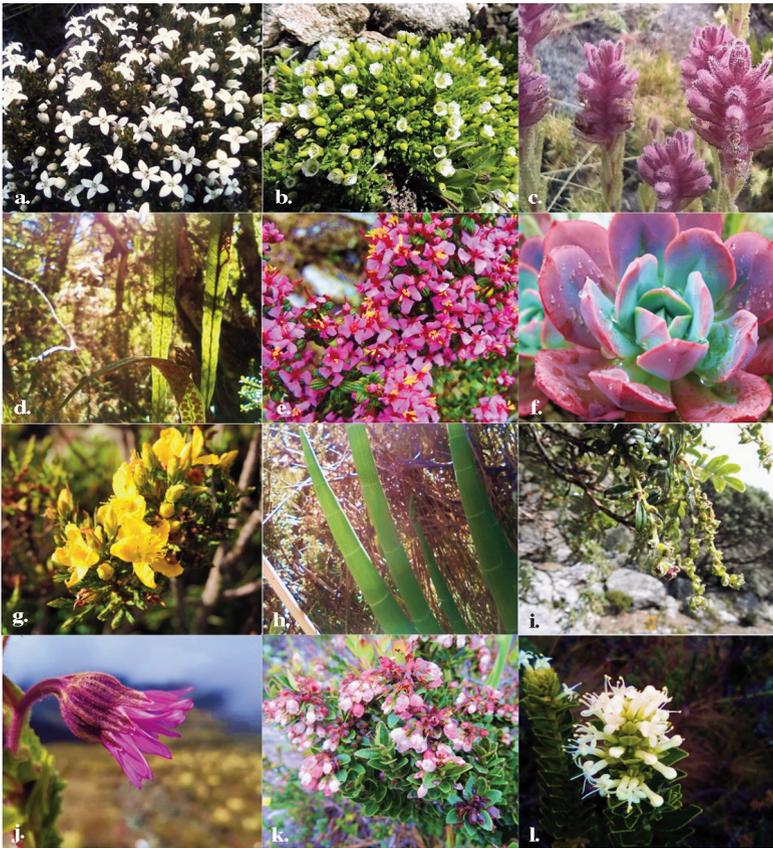


Fig. 2. Algunas especies de los bosques de *Polylepis sericea* en Venezuela. **a.** *Arcytophyllum nitidum*. **b.** *Arenaria muscifformis*. **c.** *Neobartsia laniflora*. **d.** *Campyloneurum solutum*. **e.** *Chaetolepis lindeniana*. **f.** *Echeveria bicolor*. **g.** *Hypericum juniperinum*. **h.** *Ottoa oenanthoides*. **i.** *Polylepis sericea*. **j.** *Senecio wedgicalialis*. **k.** *Vaccinium meridionale*. **l.** *Valeriana phyllicoides*. Fotografías J.F. Delgado.

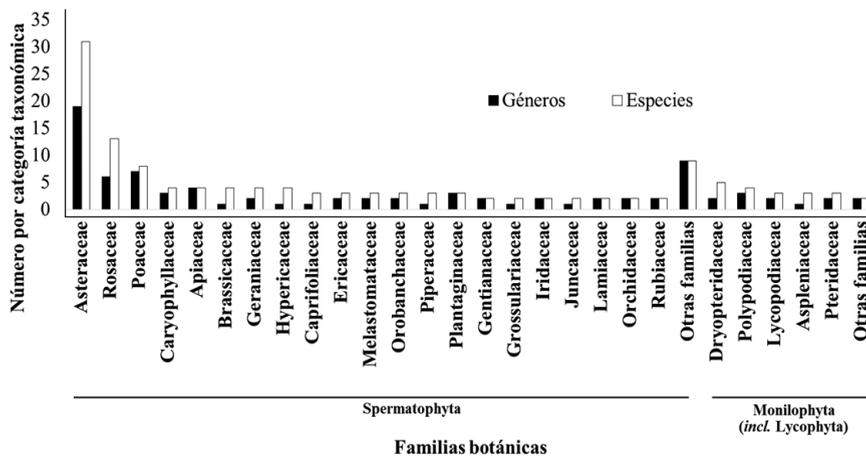


Fig. 3. Número de géneros y especies por familias botánicas reportadas para los cuatro fragmentos de bosque de *Polylepis sericea*.

Formas de vida

Las hierbas fueron el elemento dominante con 66 especies (49,62 %), seguido por los arbustos con 26 (19,55 %). Los helechos y licófitas se posicionan como el tercer grupo mejor representado con 21 especies (15,79 %) (Fig. 5a). Por bosque, la tendencia general de la distribución de las formas de vida se mantiene, siendo las hierbas el elemento dominante (Fig. 5b).

Fitogeografía

En los bosques analizados predomina el componente fitogeográfico tropical con 64 especies (48,13 %), mientras que el componente templado está representado por 58 especies (43,61 %); las 11 especies restantes son cosmopolitas (8,27 %). La segregación por elementos fitogeográficos se especifica en la Fig. 6.

Endemismos y estado de conservación

De las 133 especies encontradas en los cuatro fragmentos de bosque, se registran 17 especies endémicas representando 12 % de la flora total. Las especies *Espeletia schultzii*, *Oritrophium nevadense*, *Senecio wedglacialis* y *Valeriana bractescens* se encuentran catalogadas bajo diferentes categorías de Vulnerabilidad en el Libro rojo de la Flora de Venezuela (2020). Por su parte, *Polylepis sericea* y *Eryngium humile* se encuentran bajo la categoría de Casi amenazadas.

Tabla 4. Relaciones taxonómicas de los géneros y especies reportadas para los fragmentos de bosque estudiados, con énfasis en las familias con mayor diversidad.

	Número			Familias más diversas (especies/géneros)
	Familias	Géneros	Especies	
Bosque 1	31	37	69	Asteraceae (13/11) Poaceae (5/4) Rosaceae (5/4) Dryopteridaceae (4/2) Caryophyllaceae (3/2)
Bosque 2	18	38	43	Asteraceae (14/10) Rosaceae (6/3) Poaceae (4/4) Dryopteridaceae (2/2) Apiaceae (2/2)
Bosque 3	29	50	58	Asteraceae (12/9) Rosaceae (6/3) Poaceae (4/4) Dryopteridaceae (3/2) Apiaceae (3/3)
Bosque 4*	31	58	73	Asteraceae (12/10) Rosaceae (7/5) Poaceae (4/4) Caryophyllaceae (4/3) Polypodiaceae (3/3)

* = Bosque ubicado en la Sierra de La Culata.

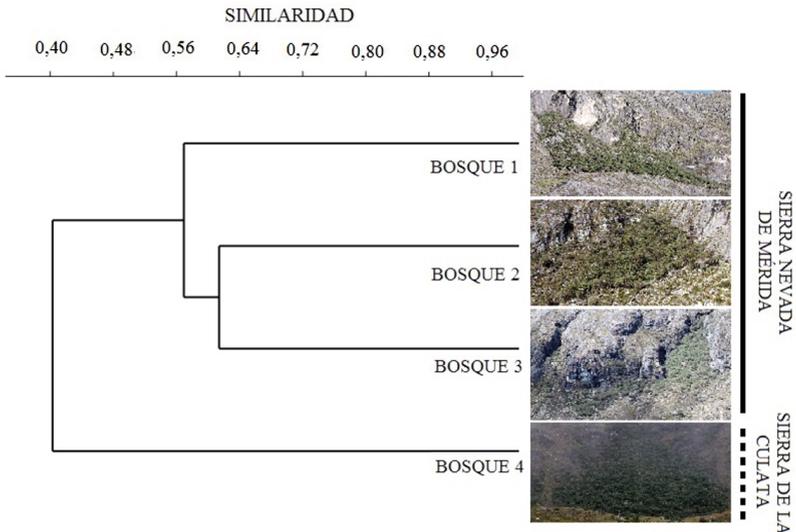
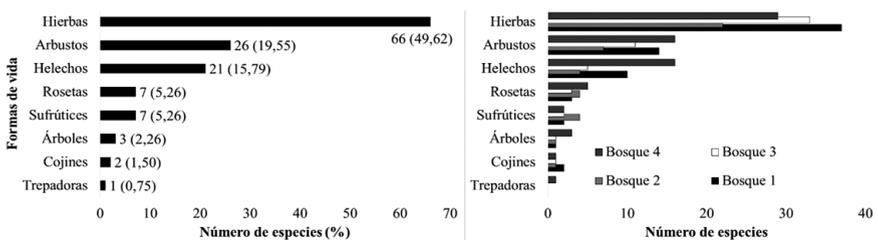
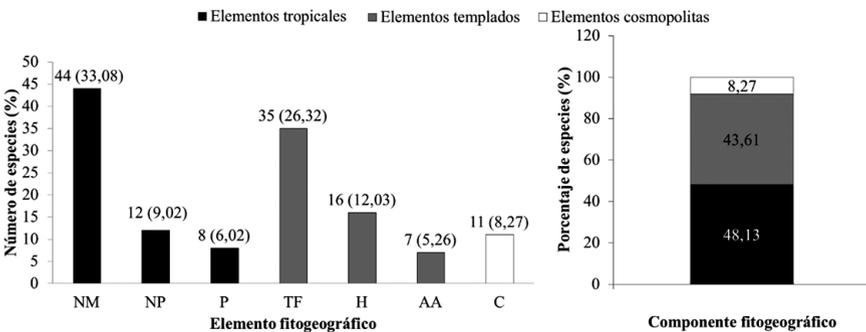


Fig. 4. Análisis de agrupamiento de los fragmentos de bosque de *Polylepis sericea* en función de sus distancias euclidianas.

Tabla 5. Valores del índice de Similitud de Sørensen en función de la presencia/ausencia de las especies encontradas en los fragmentos de bosque.

Bosque	B1	B2	B3	B4
B1	1	0,5714	0,5669	0,4366
B2	-	1	0,6139	0,3276
B3	-	-	1	0,4275
B4	-	-	-	1

En negritas se resalta el valor más alto y bajo de similitud.

**Fig. 5.** Distribución de las formas de vida en los bosques de *Polylepis*. **a.** Formas de vida general. **b.** Formas de vida por bosque. Los valores en paréntesis representan porcentajes.**Fig. 6.** Elementos fitogeográficos encontrados en los fragmentos de bosque de *Polylepis*. **a.** Formas de vida general. **b.** Formas de vida por bosque. NM = Neotropical montano; NP = Neotropical paramuno; P = Pantropical; TF = Templado frío; H = Holártico; AA = Austral Antártico; C = Cosmopolita. Los valores en paréntesis representan porcentajes.

DISCUSIÓN

En su obra *Ecología de la vegetación tropical*, Vareschi (1992) define al *Polylepidetum purum* y hace referencia a que estos enclaves forestales son formaciones vegetales extremadamente pobres en especies, aun cuando pueden

encontrarse elementos florísticos de otras formaciones circundantes tales como frailejonales y pajonales. El análisis florístico de los cuatro fragmentos de bosque inventariados en este estudio parece indicar un alto grado de diversidad en contraste con lo reportado por Vareschi (1992) pero además, arroja información adicional sobre el estado de preservación de estos fragmentos en los cuales la flora autóctona ha sido sustituida por especies de la matriz de vegetación abierta.

Arnal (1983) reporta un total de 149 especies de plantas vasculares asociadas a 26 fragmentos de bosques de *Polylepis sericea* en la Cordillera de Mérida. Sin embargo, este valor resulta muy bajo en comparación con las 134 especies reportadas en tan solo cuatro fragmentos de bosque aquí descritos. Esta baja diversidad está asociada con el tipo de muestreo, ya que los inventarios de Arnal (1983) fueron realizados en localidades puntuales con una única visita, mientras que los de este estudio cuentan con varias visitas a lo largo de uno o dos años de muestreo. Algunas especies que parecen ser comunes en los bosques estudiados por Arnal (1983) son *Gynoxys violacea* Sch.Bip. ex Wedd., *Espeletia neriifolia* Sch.Bip. ex Wedd., *E. occulta* S.F. Blake, *Hesperomeles ferruginea* (Pers.) Benth., *Vallea stipularis* L.f. y *Escallonia myrtilloides* L.f. (Llambí *et al.* 2014), elementos florísticos que no se encontraron en los fragmentos de bosque analizados en este estudio. Especies como *Espeletia schultzei*, *Senecio wedglacialis*, *Echeveria bicolor*, *Hypericum laricifolium*, *Chaetolepis lindeniana*, *Aa paleacea*, *Arcytophyllum nitidum*, *Galium hypocarpium* y *Polystichum orbiculatum* son algunas de las especies compartidas entre los fragmentos de bosque descritos por Arnal (1983) y los de este reporte. Si bien muchas de estas especies son consideradas elementos legítimos de páramo y pequeños bosques con especies dominantes diferentes a *Polylepis*, la presencia de estos podría ser un indicativo del grado de intervención en estos enclaves.

La flora asociada a bosques de *Polylepis sericea* es conocida en Colombia, siendo Cuatrecasas (1958) uno de los primeros en mencionar bosques dominados por esta especie en la Cordillera Central. En un estudio de la vegetación de los páramos colombianos, Rangel & Ariza (2000) describen una comunidad vegetal dominada por *P. sericea* y *Myrsine dependens* (Ruiz & Pav.) Spreng. junto a otros árboles de pequeño porte de las especies *Linchilus floribundus* Benth. y *Gynoxys sancti-antonii* Cuatrec, reportando un total de 20 especies en un único relicto de bosque.

Rangel & Arellano (2010) estudiaron la flora asociada a 10 fragmentos de bosque de *P. sericea* en Colombia y registraron aproximadamente unas 230 especies de plantas vasculares distribuidas en 52 familias y 128 géneros. Al igual que para los bosques de *P. sericea* venezolanos, las familias con mayor

número de especies son Asteraceae con 57, siendo *Linochilus*, *Monticalia* y *Gynoxys* los géneros más ricos con ocho, seis y cinco especies, respectivamente. A esta familia, le sigue Rosaceae con 20 especies y seis géneros, donde *Alchemilla* es el más rico contando con 12 especies; finalmente Poaceae se posiciona como la tercera más representativa con 15 especies distribuidas en ocho géneros.

Las diferencias florísticas entre los fragmentos de bosque inventariados son muy evidentes. Si bien la mayor diferencia la presenta el bosque ubicado en la Sierra de La Culata, los fragmentos ubicados en la misma Sierra Nevada de Mérida también son disímiles entre sí. Para Arnal (1983) estas diferencias en ambas sierras son producto de numerosos factores que incluyen la altitud, la precipitación media anual, la exposición, la influencia climática, la geología y la vegetación circundante a cada fragmento. No es de extrañar que el bosque ubicado en la Sierra de La Culata sea el más diferente de los cuatro fragmentos inventariados; geográficamente se encuentra en una sierra distinta que exhibe características geológicas y geomorfológicas muy diferentes a las de la Sierra Nevada de Mérida con precipitaciones más bajas y rangos de temperaturas más elevados, donde la ubicación geográfica a menor altitud, la confluencia de elementos florísticos de las porciones bajas de los Andes venezolanos (Monasterio & Reyes 1980) y el tamaño del fragmento, podrían explicar una mayor riqueza.

Los fragmentos de bosque ubicados en la Sierra Nevada de Mérida presentan una mayor similaridad florística, particularmente los fragmentos de bosque 2 y 3 los cuales se encuentran geográficamente más próximos entre sí; las similitudes florísticas entre estos fragmentos muy probablemente puedan explicarse por la cercanía física entre estos parches apoyando así la hipótesis propuesta por Hueck (1960) quien sugiere que estos enclaves son de origen relictual y que gran parte de la extensión del páramo estuvo cubierta por un cinturón de *Polylepis* en condiciones climáticas pasadas, lo que también podría explicar el patrón en la predominancia de familias como Asteraceae, Rosaceae y Poaceae en estos fragmentos. En una escala geográfica más amplia, la dominancia de estas familias también se evidencia en bosques de *Polylepis sericea* colombianos (Cuatrecasas 1958; Rangel & Ariza 2000; Rangel & Arellano 2010).

La presencia de alto número de especies en estos grupos y la forma en que se distribuyen está definida por factores históricos, ecológicos y fisiológicos que pueden llegar a variar significativamente, sometiendo a las especies a condiciones bióticas y abióticas muy particulares llevándolas a ocupar espacios geográficos similares (Peterson *et al.* 1999; Maciel-Mata *et al.* 2015). Así, los miembros de estas familias podrían exhibir una tolerancia

ambiental que es producto de diferentes procesos históricos y evolutivos que se han traducido en el modelado de su distribución (Wiens & Graham 2005).

Al comparar la diversidad de especies presentes en los bosques de *Polylepis* venezolanos se obtiene una alta similitud florística con los bosques colombianos ya que comparten más del 95 % de las especies. Al incluir dentro del análisis florístico las especies mencionadas por Arnal (1983), los bosques de *Polylepis* en Venezuela suman un total de 170 especies, distribuidas en 42 familias y 106 géneros, donde la tendencia a la predominancia de la familia Asteraceae se mantiene (35 especies/23 géneros) y se invierte el orden de importancia florística de las familias Rosaceae y Poaceae, resultando ser esta última más diversa (16/11) en comparación con Rosaceae (15/6). Así, los fragmentos de bosque de *Polylepis sericea* en Venezuela comparten aproximadamente el 68 % de las especies con los bosques de *Polylepis* colombianos. La cordillera de los Andes venezolanos es considerada una extensión de la cordillera oriental de Colombia, por lo que las similitudes florísticas existentes entre ambos países son elevadas; si bien las condiciones climáticas y geomorfológicas varían latitudinalmente, la flora asociada a determinados pisos altitudinales suele adaptarse a condiciones más o menos uniformes, como las amplias variaciones de temperatura en el ciclo diario, elevada radiación y suelos móviles producto de los fenómenos periglaciales y sequedad fisiológica, lo que ha constituido un alto grado de convergencia adaptativa (Ricardi *et al.* 1997).

Con respecto a las formas de vida, los bosques de *P. sericea* en Colombia mantienen la predominancia de las formas arbustivas por sobre las hierbas y leñosas (Rangel & Arellano 2010). *P. sericea* es un elemento neotropical montano bastante conocido, además de ser la especie del género con mayor distribución a lo largo de la Cordillera (Simpson 1979; Azócar *et al.* 2007). En lo referente a los componentes fitogeográficos, el componente tropical es el dominante tanto en los bosques de *P. sericea* en Colombia (Rangel & Ariza 2000; Rangel & Arellano 2010) como en los de Venezuela, lo que podría ser un indicio de la alta variabilidad ambiental a escala regional, local y temporal en el páramo andino, por lo que muy probablemente los elementos florísticos encontrados aquí se adaptaron y colonizaron los mismos ambientes que *Polylepis*.

El páramo andino por sí solo alberga un alto porcentaje de especies endémicas y los bosques de *Polylepis* figuran como centros de endemismo por excelencia. En Bolivia, Hurtado *et al.* (2018) reportan un total de 3,7 % especies endémicas en fragmentos de bosque de *P. incarum* y un 4,9 % en bosques de *P. pacensis*. En Perú, Trinidad & Cano (2016) reportan 15 % de endemismo en bosques de *P. flavipila*, mientras que Montesinos-Tubée *et al.*

(2015) hacen referencia a un 7,2 % de flora endémica en bosques de *P. incarum* en ese mismo país. Por su parte, Ridbäck (2008) sugiere que un poco más del 17 % de la flora en bosques de *P. pauta* en Ecuador es endémica. Los bosques de *Polylepis sericea* en Venezuela albergan un 12 % de especies endémicas de los Andes venezolanos, valor que podría ser mucho mayor si se conociera la diversidad de plantas asociadas a un mayor número de bosques. Si bien Venezuela alberga aproximadamente el 6 % de extensión total de páramos en la cordillera de Los Andes, la alta diversidad en estos ecosistemas se debe a la gran diversidad ambiental a múltiples escalas; estos patrones de variación se reflejan en los gradientes geológicos, edáficos, climáticos y biogeográficos (Llambí & Cuesta 2014) donde los bosques de *Polylepis* cumplen un rol importante como islas refugio al encontrarse distribuidos de forma discontinua en un espectro de condiciones termohídricas bastante amplio, así como en diversas exposiciones y distintas geologías (Monasterio & Reyes 1980).

Aunque solo 1 % de las especies encontradas en los bosques de *Polylepis* en Venezuela figura dentro de alguna categoría de amenaza, bien sea por su explotación doméstica y comercial con fines medicinales o por la destrucción del hábitat a causa de actividades agropecuarias y turísticas (Llamoza *et al.* 2003; Huérfano *et al.* 2020), es necesaria la implementación de planes de conservación de flora en estos sistemas de alta fragilidad y relevancia en el país.

Los bosques de *Polylepis* representan una formación vegetal de gran interés en el ecosistema páramo aun cuando en la actualidad no se conocen las relaciones fitosociológicas con otras formaciones boscosas de Los Andes. En visitas recientes a estos fragmentos de bosque se ha determinado cualitativamente el mantenimiento de la diversidad; sin embargo, algunos de estos sistemas podrían ser potencialmente explotados y la disminución de la flora reciente podría verse diezmada. En el marco de la conservación de los bosques de *Polylepis* y en el contexto de los efectos del cambio climático global, países andinotropicales han propuesto estrategias y lineamientos de conservación, por lo que este inventario florístico es un aporte significativo para el conocimiento de la diversidad de estos sistemas forestales en el país.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros agradecimientos 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 por el apoyo brindado para la realización de estos inventarios; a Annie Lobo de la Oficina de Gestión Ambiental del Sistema Teleférico Mukumbarí-Mérida y John Parra, quienes contribuyeron

con la logística en la realización de los últimos muestreos en campo en la Sierra Nevada de Mérida. A Juan Gaviria, Mario Ricardi (†) y Giuseppe Adamo (†) por contribuir significativamente con la realización de los inventarios en la Sierra Nevada; a Cherry Rojas, Jannellis Laborda Agüin, Daniela Polanco, María Silvina Ussher, Francisca Ely y Gustavo Fermín por su colaboración en campo en el bosque de La Culata.

BIBLIOGRAFÍA

- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Bot. J. Linn. Soc.* 181: 1-20.
- Arnal, H. 1983. Estudio ecológico del bosque altiandino de *Polylepis sericea* Wedd. en la Cordillera de Mérida. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Arzac, A., E. Chacón-Moreno, L.D. Llambí & R. Dulhoste. 2011. Distribución de formas de vida de plantas en el límite superior del ecotono bosque-páramo en Los Andes tropicales. *Ecotropicos* 24 (1): 26-46.
- Aymard, G. 2008. Polygonaceae. In: Hokche, O., P.E. Berry O. Huber (eds.). Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela, pp. 563-565. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela.
- Azócar, A., F. Rada & C. García-Núñez. 2007. Functional characteristics of the arborescent genus *Polylepis* along a latitudinal gradient in the high Andes. *Interciencia* 32 (10): 663-668.
- Boza, T. & M. Kessler. 2022. A monograph of the genus *Polylepis* (Rosaceae). *PhytoKeys* 203: 1-274.
- Boza, T., H. Quispe-Melgar & M. Kessler. 2019. Taxonomic reevaluation of the *Polylepis sericea* Complex (Rosaceae), with the description of a new species. *Syst. Bot.* 44 (2): 324-334.
- Briceño, B. & G. Morillo. 2002. Catálogo abreviado de las plantas con flores de los páramos de Venezuela. Parte I. Dicotiledóneas (Magnoliópsida). *Acta Bot. Venez.* 25 (1): 1-46.
- Cleef, A.M. 1979. The phytogeographical position of the neotropical vascular páramo flora with special reference to the Colombian Cordillera Oriental. In: Larsen, K. & L. Holm-Nielsen (eds.). *Tropical Botany*, pp. 175-184. Academy Press. London. New York, USA.
- Cleef, A.M. 1983. Fitogeografía y composición de la Flora Vascular de los páramos de la Cordillera Oriental colombiana (Estudio comparativo con otras altas montañas del trópico). *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact.* 15(58): 23-29.
- Colmenares-Arteaga, M. 2002. Estudio del crecimiento de *Polylepis sericea* Wedd., en el páramo venezolano. Trabajo Especial de Grado. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas. Departamento de Biología. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

- Colmenares-Arteaga, M., F. Rada & R. Luque. 2005. Anatomía foliar de *Polylepis sericea* Wedd. (Rosaceae) a dos altitudes en los altos Andes venezolanos. *Plantula* 3 (3): 141-148.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista Acad. Colomb. Ci. Exact.* 10 (40): 221-268.
- Cuello, N., A.M. Cleef & G. Aymard. 2010. Phytogeography of the vascular páramo flora of Ramal de Guaramacal (Andes, Venezuela) and its ties to other páramo floras. *Anales Jard. Bot. Madrid* 67(2): 177-193.
- Cuyckens, G. & D. Renison. 2018. Ecología y conservación de los bosques montanos de *Polylepis*. Una introducción al número especial. *Ecol. Austral* 28: 157-162.
- 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.
- Delgado, J. & Y. León. 2017. Musgos (Bryophyta) de bosques de *Polylepis sericea* Wedd. (Rosaceae) del estado Mérida (Venezuela). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 52: 295-313.
- Espitia, E. 2018. Bosques de *Polylepis* (Rosaceae): biodiversidad, distribución y vulnerabilidad en la Cordillera Oriental de Colombia. Tesis de Maestría. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.
- Fernández de Córdova, R. 2011. Zonificación de los bosques de *Polylepis* y línea base para su monitoreo en el Parque Nacional Cajas. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador.
- Fernández, M., M. Mercado, S. Arrázola & E. Martínez. 2001. Estructura y composición florística de un fragmento boscoso de *Polylepis besseri* subsp. *besseri* en Sacha Loma (Cochabamba). *Revista Bol. Ecol.* 9: 15-27.
- Fernández-Terrazas, E. 1997. Estudio fitosociológico de los bosques de kewiña (*Polylepis* spp., Rosaceae) en la Cordillera de Cochabamba. *Revista Bol. Ecol.* 2: 49-65.
- Fernández-Terrazas, E. & B. Ståhl. 2002. Diversity and phytogeography of the vascular flora of the *Polylepis* forests of the Cordillera de Cochabamba, Bolivia. *Ecotropica* 8: 163-182.
- Ferro, G., J. Silva, T. Boza, M. Raurau, A. Oróz, J. Achicahuala, O. Uchofen, Y. Valdez & L. Puelles. 2006. Evaluación de la biodiversidad en bosques de *Polylepis* en la región de Puno. Proyecto. Asociación Ecosistemas Andinos (ECOAN).
- Fjeldså, J. & M. Kessler. 1996. Conserving the biological diversity of *Polylepis* woodlands of the highlands of Perú and Bolivia-A contribution of sustainable natural resource management in the Andes. Nordic Foundation for Development and Ecology. Copenhagen, Denmark.

- Fjeldså, J. & M. Kessler. 2004. *Conservación de la biodiversidad de los bosques de Polylepis de las tierras altas de Bolivia: una contribución al manejo sustentable de los Andes*. FAN, San Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Gareca, E.E., M. Hermy, J. Fjeldså & O. Honnay. 2010. *Polylepis* woodland remnants as biodiversity islands in the Bolivian high Andes. *Biodivers. & Conservation* 19: 3327-3346.
- Gaviria, J. 2004. Las Rosáceas de la Flora del Páramo venezolano. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Gradstein, R. & T. Pócs. 2021. Diversity of liverworts and hornworts in *Polylepis sericea* forests in the Andes of Venezuela. *Nova Hedwigia* 112 (1-2): 49-68.
- Hassler, M. 1994-2024. World Ferns. Synonymic Checklist and Distribution of Ferns and Lycophytes of the World. www.worldplants.de/ferns/
- Hedberg, O. 1964. Features of afroalpine plant ecology. *Acta Phytogeogr. Suec.* 49: 1-144.
- Hoch, G. & C. Körner. 2005. Growth, demography and carbon relations of *Polylepis* trees at the world's highest treeline. *Funct. Ecol.* 19: 941-951.
- Hokche, O. & P.E. Berry. 2008. Análisis florístico. In: Hokche, O., P.E. Berry O. Huber (eds.). *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*, pp. 69-109. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela.
- Hueck, K. 1960. Los bosques de *Polylepis sericea* en los Andes venezolanos. *Boletín IFLA* 6: 1-33.
- Huérfino, A., I. Fedón & J. Mostacero (eds.). 2020. Libro Rojo de la flora venezolana. Segunda edición. Instituto Experimental Jardín Botánico Dr. Tobías Lasser. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Hurtado, R., A.N. Palabral-Aguilera, A.I. Domic, M.I. Gómez & M. Liberman. 2018. Estudios etnobotánicos y florísticos de los bosques amenazados de *Polylepis incarum* y *Polylepis pacensis* (Rosaceae) en Bolivia. *Bonplandia* 27 (2): 113-126.
- Kessler, M. 2006. Bosques de *Polylepis*. In: Moraes, R., B. Øllgaard, L.P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (eds.). *Botánica Económica de los Andes Centrales*, pp. 110-120. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- 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.
- Llambí, L.D. & F. Cuesta. 2014. La diversidad de los páramos andinos en el espacio y en el tiempo. In: Cuesta, F., J. Sevink, L.D. Llambí, B. De Bièvre & J. Posner (eds.). *Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos*, pp. 7-40. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN).
- Llambí, L.D., L. Ramírez & T. Schwarzkopf. 2014. Patrones de distribución de plantas leñosas en el ecotono bosque-páramo de la Sierra Nevada de Mérida:

- ¿Qué nos sugieren sobre la dinámica del límite del bosque? In: Cuesta, F., J. Sevink, L.D. Llambí, B. De Bièvre & J. Posner (eds.). *Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos*, pp. 486-502. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN).
- Llamoza, S., R. Duno-De Stefano, W. Meier, R. Riina, F. Stauffer, G. Aymard, O. Huber & R. Ortiz (eds). 2003. Libro Rojo de la Flora Venezolana. PROVI-TA, Fundación Polar, Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela.
- Lozano, P., A.M. Cleff & R. Bussmann. 2009. Phytogeography of the vascular páramo flora of *Podocarpus* National Park, South Ecuador. *Arnaldoa* 16 (2): 69-85.
- Maciel-Mata, C.A., N. Manríquez-Morán, P. Octavio-Aguilar & G. Sánchez-Rojas. 2015. El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta Universitaria* 25 (2): 3-19.
- Marcora, P., I. Hensen, D. Renison, P. Seltmann & K. Wesche. 2008. The performance of *Polylepis australis* trees along their entire altitudinal range: implications of climate change for their conservation. *Diversity & Distrib.* 14: 630-636.
- Mendoza, W. & J. Roque. 2007. Diversidad de la flora vascular asociada a los bosques de *Polylepis* (Rosaceae) en los Andes meridionales del Perú (Ayacucho): Implicancias para su conservación. SERIE DE PUBLICACIONES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima, Perú. <http://www.inrena.gob.pe/iffs/iffs_biodivestud_flora_fauna_silvestre.htm>
- Mendoza, W. & A. Cano. 2011. Diversidad del género *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) en los Andes peruanos. *Revista Peruana Biol.* 18 (2): 197-200.
- Monasterio M. 1980. Las formaciones vegetales de los Páramos venezolanos. 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 en los Páramos Andinos*, pp. 47-91. Ediciones de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Montesinos-Tubée, D., A. Pinto, D. Beltrán & G. Washington. 2015. Vegetación de un bosque de *Polylepis incarum* (Rosaceae) en el distrito de Lampa, Puno, Perú. *Revista Peruana Biol.* 22 (1): 87-96.
- Navarro, G., J.A. Molina & N. De la Parra. 2005. Classification of the high-Andean *Polylepis* forest in Bolivia. *Pl. Ecol.* 176: 113-130.
- Peterson, A.T., J.J. Soberón & V. Sánchez-Cordero. 1999. Conservatism of ecological niche in evolutionary time. *Science* 285 (5431): 1265-1267.
- Rada, F. 1983. Mecanismos de resistencia a temperaturas congelantes en *Espeletia spicata* y *Polylepis sericea*. Tesis de Maestría. Departamento de Biología. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

- Rada, F., A. Azócar, B. Briceño, J. González & C. García-Núñez. 1996. Carbon and water balance in *Polylepis sericea* a tropical treeline species. *Trees* 10: 218-222.
- Rada, F., C. García-Núñez & S. Rangel. 2009. Low temperatura resistance in saplings and ramets of *Polylepis sericea* in the Venezuelan Andes. *Acta Oecol.* 35 (5): 610-613.
- Rangel, J. & H. Arellano. 2010. Bosques de *Polylepis*: un tipo de vegetación condenado a la extinción. In: Rangel, J. (ed). *Colombia Diversidad Biótica X: Cambios global (natural) y climático (antrópico) en el páramo colombiano*, pp. 443-478. Instituto de Ciencias Naturales-Instituto Alexander Von Humboldt. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia.
- Rangel, J. & C. Ariza. 2000. Nuevos tratamientos sobre la vegetación del páramo. La vegetación paramuna de los volcanes de Nariño. In: Rangel, J. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna*, pp. 754-784. Instituto de Ciencias Naturales, Instituto Alexander von Humboldt. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia.
- 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.
- Ricardi, M., J. Gaviria & J. Estrada. 1997. La flora del superpáramo venezolano y sus relaciones fitogeográficas a lo largo de Los Andes. *Plantula* 1 (3): 171-187.
- Ridbäck, U. 2008. A floristic study of *Polylepis* forest fragments in the Central Andes of Ecuador. School of Culture, Energy and Environment. Gotland University. Visby, Sweden.
- Romoleroux, K. 2008. Rosaceae. In: Hokche, O., P.E. Berry & O. Huber (eds.). *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*, pp. 573-575. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas, Venezuela.
- Silva, J., C. Erazo, G. Morillo & B. Briceño. 2011. Biodiversidad de los Páramos de Venezuela: Breve reseña de su ecología y botánica. In: Morillo, G., B. Briceño & J. Silva (eds.). *Botánica y ecología de las monocotiledóneas de los páramos en Venezuela. Vol. I*. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE). Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias. Mérida, Venezuela.
- Simpson, B. 1979. A revision of the genus *Polylepis* (Rosaceae: Sanguisorbeae). *Smithsonian Contr. Bot.* 43: 1-62.
- Sørensen, T. 1957. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biol. Skr.* 5 (4): 1-34.
- Sylvester, S.P., M.D.P.V. Sylvester & M. Kessler. 2014. Inaccessible ledges as refuges for the natural vegetation of the high Andes. *J. Veg. Sci.* 25: 1225-1234.

- Sylvester, S.P., F. Heitkamp, M.D.P.V. Sylvester, H.F. Jungkunst, H.J.M. Sipman, J.M. Toivonen, C.A. Gonzales Inca, J.C. Ospino & M. Kessler. 2017. Relict high-Andean ecosystems challenge our concepts of naturalness and human impact. *Sci. Rep.* 7: 3334 (1-13).
- Trinidad, H. & A. Cano. 2016. Composición florística de los bosques de *Polylepis* Yauyinazo y Chaqsii-Chaqsii, Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas, Lima. *Revista Peruana Biol.* 23 (3): 271-286.
- Vareschi, V. 1992. *Ecología de la vegetación tropical*. Edición Especial de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. Caracas, Venezuela.
- Wiens, J.J. & C.H. Graham. 2005. Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Annual Rev. Ecol. Evol. Syst.* 36: 519-539.
- World Flora Online. 2024. <<http://www.worldfloraonline.org>>