

Diversidad de líquenes de los páramos de El Batallón y La Negra, Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza, Andes venezolanos

Vicente MARCANO^{1*}, Laura CASTILLO²

^{1,2}Laboratorio de Biología Evolutiva y de Organismos Extremos, Grupo de Ciencias Atmosféricas y el Espacio, Facultad de Ciencias, Programa de Ciencias Espaciales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

²ETSUFOR, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

*Correspondencia: vicente.marcano@gmail.com

¹<https://orcid.org/0000-0002-0068-6642>, ²<https://orcid.org/0000-0001-8495-8387>

Resumen. El incremento de las temperaturas regionales y los cambios del uso de la tierra en los Andes de Venezuela, están imponiendo una reducción acelerada de las poblaciones de líquenes más sensibles. El monitoreo de estas poblaciones mediante el levantamiento de inventarios biológicos en las zonas más vulnerables se hace necesario con urgencia. Con la finalidad de conocer la diversidad y distribución de líquenes en la región de los páramos de El Batallón y La Negra, Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza, Andes venezolanos, se realizaron colecciones en pisos altitudinales entre los 2100–3100 m (bosque montano) y los 3200–3650 m (páramo andino). Los resultados revelaron un total de 104 especies y 40 géneros para la región; 44 especies presentes en el bosque montano y 82 especies en el páramo; además, 6 nuevos registros para Venezuela y 31 nuevos registros para el suroeste de los Andes venezolanos (estado de Táchira). Se ofrece una lista con datos taxonómicos, morfológicos y ecológicos para las especies más relevantes. Se describe una nueva especie, *Bunodophoron portachuelense* V. Marcano & L. Castillo (Sphaerophoraceae) procedente del páramo. La mayor diversidad de especies hallada en la zona de páramo, puede ser explicada por el aumento de la presión antrópica que ha experimentado y continua experimentando el bosque montano durante las últimas décadas, debido a actividades de explotación forestal, agrícola y ganadera.

Palabras clave. *Bunodophoron*, bosque montano, diversidad, hongos liquenizados, diversidad.

Abstract. Increasing temperatures and changing land-use in the Venezuelan Andes result in an accelerated decline of sensitive lichen populations. Monitoring of these populations by biological plot inventories in particularly vulnerable sites is urgently needed. In order to know the diversity and distribution of lichen species occurring in the paramos El Batallón and La Negra, General Juan Pablo Peñaloza National Park, in the Venezuelan Andes, we carried out various collections along an altitudinal gradient including montane forest (2100–3000 m) and paramo vegetation (3200–3650 m). The results showed a total of 104 species and 40 genera, 44 species from the montane forest, 82 species from the paramo, six new records for Venezuela, and 31 new records for the southwest of the Venezuelan Andes (Táchira State). A checklist with taxonomic, morphological and ecological data is provided for the most relevant species. *Bunodophoron portachuelense* V. Marcano & L. Castillo (Sphaerophoraceae) is described from the paramo. Increasing forestry exploitation, livestock and cultivation during decades from the montane forest would explain the highest diversity found in the paramo.

Keywords. *Bunodophoron*, diversity, lichenized fungi, montane forest.

Cómo citar este artículo: Marcano V. & Castillo L. 2020. Diversidad de líquenes de los páramos de El Batallón y La Negra, Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza, Andes venezolanos. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 77: e096. <https://doi.org/10.3989/ajbm.2549>

Título en inglés: Diversity of lichens in the paramos of El Batallón and La Negra, General Juan Pablo Peñaloza National Park, Venezuelan Andes.

Editora Asociada: Isabel Martínez. Recibido: 14 febrero 2020; aceptado: 8 junio 2020; publicado online: 2 septiembre 2020

INTRODUCCIÓN

Los cambios en el clima están generando diferentes efectos en los hábitats en todo el planeta (Thomas & al. 2004). Escenarios de aumento global de las temperaturas medias predicen 2,6–4,8°C (Stocker & al. 2013) y entre 2–4°C en el norte de Suramérica (Houghton & al. 2001) para finales de siglo. Particularmente en los Andes venezolanos, estos cambios son más sensibles, debido a la alta vulnerabilidad que presentan los ecosistemas de páramo y de bosque por el uso de la tierra con fines agrícolas (Ferwerda 1987; Canziani & Díaz 1998; Azócar & Fariñas 2003; Molau 2004). Debido a que esta región posee una diversidad biológica alta en lo que a especies de líquenes se refiere (López-Figueiras, 1986; Marcano & al. 1996; Marcano 2003), resulta de importancia el inventario de las especies en distintos pisos altitudinales y la evaluación de los cambios potenciales de sus hábitats como

consecuencia de los cambios de temperatura y la intervención humana en el presente siglo.

Los Andes venezolanos constituyen el ramal septentrional de la Cordillera Andina y se extienden desde el Nudo del Tamá, localizado entre la frontera con Colombia y Venezuela en el estado de Táchira, hasta el estado de Lara, atravesando los estados de Mérida y Trujillo, y cubriendo 36.120 km². Desde un punto de vista liquenológico, los Andes constituyen la región mejor conocida en Venezuela (Dodge & Vareschi 1956; Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996; Marcano 1994, 2003; Neuwirth 2007, 2008), sin embargo existen muchas zonas que han sido alteradas en tiempos recientes debido al incremento de las actividades agrícolas y extracción de recursos forestales. Este hecho hace suponer la destrucción de los hábitats de muchas especies y una reducción de sus poblaciones y diversidad.

Las primeras exploraciones y estudios liquenológicos en la región suroeste de los Andes venezolanos, localizada en el estado de Táchira, fueron llevados a cabo por Chardon en 1932 (Chardon & Toro 1934). Posteriormente, Steyermark realizó colecciones entre los años 1966–1968 (Marcano 1994). En cuanto a estudios sistemáticos de la región andina los primeros fueron realizados por Vareschi (1973) en los páramos de El Batallón entre los 3000–3500 m y La Negra alrededor de los 3000 m. Seguidamente, Hale realizó colecciones entre 1974–1979; Morales-Méndez entre 1973–1983 y López-Figueiras entre 1974–1983 (López-Figueiras 1986). Marcano & al. entre los años 1991–2016 intensificaron las colecciones y estudios, lo cual condujo a la elaboración de un inventario más completo para toda la región andina (Marcano 1994; Marcano & al. 1996; Marcano 2003; Marcano & al. 2010a, 2010b). En su listado sobre los hongos liquenizados de los Andes venezolanos, Marcano & al. (1996) reconocieron 156 géneros y 741 especies para toda la región, entre los 200–4985 m de altitud. De esta cifra, 65 géneros (41,6%) y 282 especies (38%) fueron reportados para el suroeste de los Andes venezolanos en el estado de Táchira, mientras 13 especies (1,75%) se conocen solo de esta región.

El propósito de este trabajo es conocer la diversidad y distribución de taxones de líquenes en los páramos de El Batallón y La Negra, dentro de los límites del Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza (Andes venezolanos) y de este modo contribuir al inventario de la biodiversidad en regiones bajo amenaza (Moncada & al. 2013). Para tal fin, se realizaron varias exploraciones liquenológicas durante los años 2015 y 2016 en pisos altitudinales ubicados entre los 2100 m (bosque montano) y los 3650 m (páramo andino) de altitud.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se ubica en la región montañosa de la Cordillera de Los Andes, al occidente de Venezuela y al suroeste de la Cordillera Andina de Mérida, en los páramos de El Batallón y La Negra, dentro de los límites del Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza, Venezuela, con una superficie de 95.200 hectáreas de las cuales el 65% se encuentra en el estado de Táchira (Páramo de El Batallón) y el 35% en el estado de Mérida (Páramo de La Negra) (Armas & al. 2004) (Fig. 1). El relieve en los páramos de El Batallón y La Negra es accidentado, con fuertes y pronunciadas pendientes, en un sistema de terrazas, conos, abanicos aluviales y morrenas, derrubios, circos, glaciares y lagunas (Gonzales de Juana & al. 1980) que construyen acentuadas barreras geográficas para la dispersión de las poblaciones vegetales y animales. El área presenta altitudes entre los 1400 a 3650 m, a excepción del páramo de El Pulpito (sensu Vareschi 1973), al noreste del páramo de El Batallón, con una altitud de 3912 m; la mayor del Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza (Armas & al. 2004). Aunque esta área se encuentra protegida por el Estado venezolano como Área Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE) (Decreto n° 673), no se cumple con dicho propósito, encontrándose altamente amenazada por la acción antrópica.

La franja altitudinal seleccionada para la realización del presente estudio se ubica entre los 2100 y 3650 m e incluye

dos tipos de vegetación, reconocidos para los Andes venezolanos por Huber & Alarcón (1988), Ataroff (2003) y Azócar & Fariñas (2003), a saber: A) Bosque Montano (Bajo, 2100–2300 m y Alto, 3000–3100 m) y B) Páramo Andino (> 3200 m). En el caso de los pisos ubicados por debajo de los 2000 m, están representados por áreas que se encuentran fuera del límite de parque nacional o se hallan destinadas estrictamente a prácticas agrícolas y pastoreo de ganado vacuno (Armas & al. 2004).

El Bosque Montano incluye bosques bajos y altos ubicados entre los 1500–3000 m (Ataroff 2003; Marcano & al. 2003, 2009a, 2009b). La vegetación característica es siemprevive, micrófila a mesófila, con árboles cubiertos densamente por musgos, helechos-film, piperáceas, orquídeas y bromelias. Los forófitos más representativos albergando especies de líquenes, son *Decussocarpus rospigliosii* (Pilg.) de Laub., *Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub., *Podocarpus oleifolius* D. Don, *Oreopanax moritzii* Harms, *Weinmannia* L. spp., *Tetrorchidium rubrivenium* Poepp., *Ruagea glabra* Triana & Planch. y *Cyathea* Sm. spp. Esta zona es excepcionalmente rica en líquenes con aproximadamente 523 especies reconocidas hasta ahora en 118 géneros en todos los Andes venezolanos (Marcano & al. 1996; Marcano 2003).

El Páramo Andino incluye los herbazales entre los 3000–4980 m. En la zona de transición (subpáramo) con el bosque montano o timberline y en ocasiones a mayor altitud (Marcano & al. 2003, 2009a, 2009b), se encuentran arbustos de porte alto representados por *Polylepis sericea* Wedd. y *Gynoxys* Cass., y otras formas arbustivas esclerófilas de porte pequeño, tales como *Hypericum* L., *Vaccinium* L., *Draba* L. y *Hesperomeles* Lindl. (Azócar & Fariñas 2003), los cuales sirven de forófitos para muchas especies de líquenes corticícolas. Esta zona presenta un alto número de taxones liquenizados en los Andes venezolanos, con 418 especies y 105 géneros (Marcano & al. 1996; Marcano 2003).

Datos climáticos

Los datos de precipitación, temperatura promedios anuales y de variación adiabática conforme a la altitud (-0.55°C/100 m), fueron obtenidos a partir de registros de diversas estaciones climáticas ubicadas entre 2000–4990 m en la Sierra Nevada o Cordillera de Mérida (Andes venezolanos) (Tabla 3), correspondientes al Programa Científico Bioclimático iniciado en el 2001 y soportado por la Universidad de Los Andes, NASA Ames Research Center, USA y el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, México (García-Mora 2004; Marcano & al. 2003, 2009a, 2009b, 2010a, 2010b).

Muestreo

Un total de 231 muestras de líquenes fueron colectadas entre los años 2015 y 2016 en localidades diversas y ubicadas en los sitios más representativos de los páramos de El Batallón y La Negra. Cabe resaltar que los taxones incluidos en el presente trabajo, no se encontraron a altitudes inferiores o superiores al rango definido de los 2000–3650 m. En altitudes mayores de 3650 m, los taxones son principalmente microlíquenes saxícolas representados por los géneros *Candelariella* Müll. Arg., *Rhizoplaca* Zopf, *Rhizocarpon* Ramond ex DC., *Verrucaria* Zenker y *Xanthoria* (Fr.) Fr.

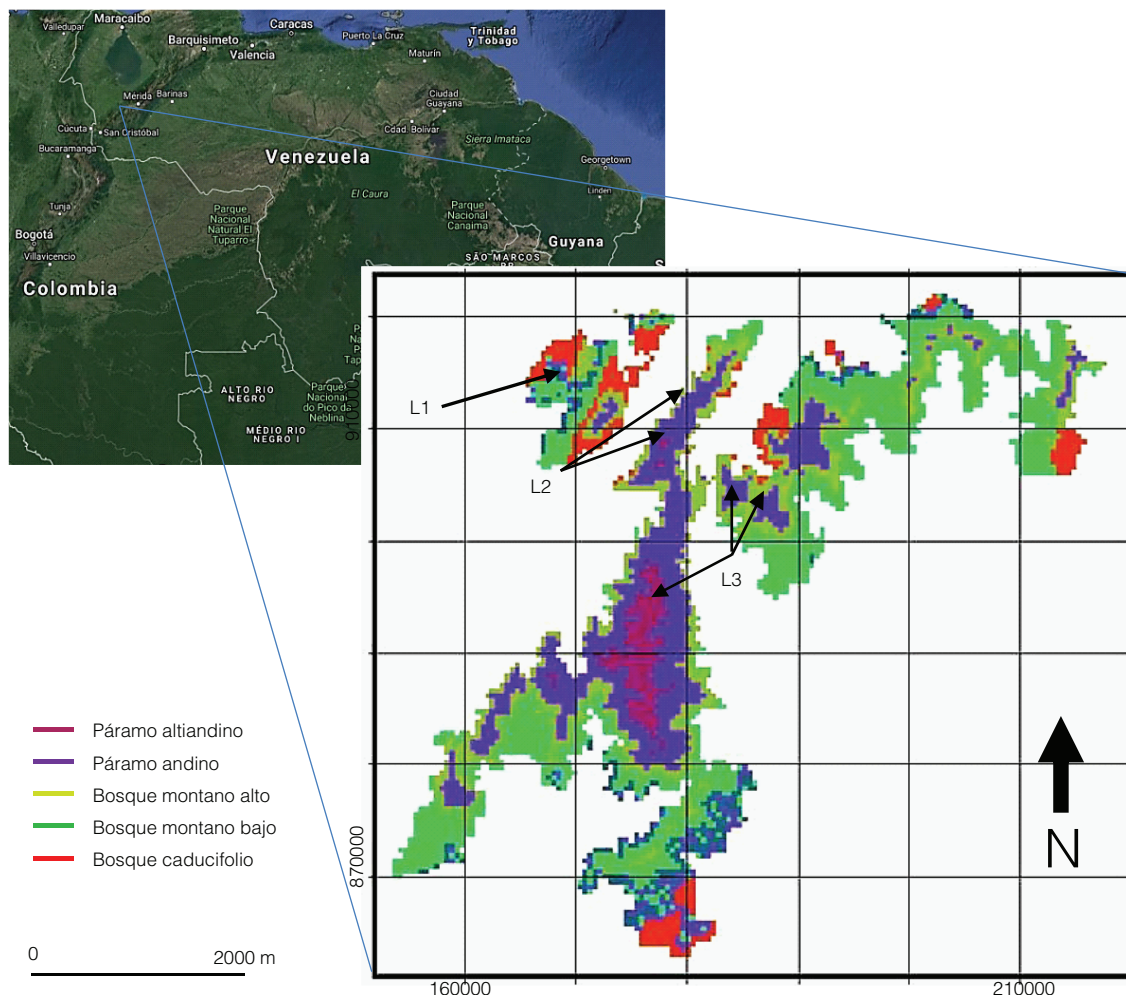


Fig. 1. Ubicación de los páramos de El Batallón y La Negra, Parque Nacional General Juan Pablo Peñalosa (Andes venezolanos) y de las localidades donde se realizó el muestreo. Proyección: UTM 19, HN, PSA 56 (La Canoa) (elaboración propia).

Las localidades en las que se colectaron los líquenes incluidos en el presente estudio fueron (Fig. 1) las siguientes. **L1**, Bosque Montano Bajo (con signos de impacto antrópico por extracción de madera y agroquímicos), Páramo La China (2100–2450 m; 55 muestras). **L2**, Bosque Montano Alto (selva nublada andina, húmeda; con impacto ambiental por ganadería y cultivos), El Portachuelo, sectores Páramo de El Batallón y Páramo de La Negra (2850–3100 m; 38 muestras). **L3**, Páramo Andino (húmedo; con zonas dedicadas a la ganadería y agricultura al igual que la línea de transición con el Bosque Montano Alto), sector Páramo de El Batallón: laguna El Cienagón, (3196–3222 m; 41 muestras), laguna La Verdosa (3200–3300 m; 11 muestras), lagunas La Ciénaga y La Grande (3417–3660 m; 86 muestras).

En cada localidad, 10 sitios fueron seleccionados (cuidando en lo posible de no presentar signos de actividad humana) y referenciados con GPS (proyección UTM 19, HN, PSA 56, La Canoa). Las muestras fueron depositadas en el herbario de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela (MER) y duplicados en un herbario privado (V. Marcano).

Identificación de especies

Los especímenes fueron examinados utilizando microtécnicas normalizadas y microscopia de luz y de fluorescencia (FM), teñidos con lacto-fenol, fuchsina ácida y azul de algodón (Marcano 1994). El examen a partir de FM facilitó la identificación de las especies a partir de la localización en el epicórtex, córtex, y/o médula, de los metabolitos sintetizados, debido al color de la fluorescencia emitida por tales sustancias (Kauppi & Verseghy-Patay 1990). Los especímenes fueron examinados con un microscopio de fluorescencia Zeiss. Para la determinación de las especies, se emplearon trabajos monográficos, claves de internet y distintos artículos taxonómicos, los cuales se citan en el tratamiento de las especies en el catálogo.

Se analizó la composición de sustancias secundarias empleando técnicas normalizadas de cromatografía de capa fina de alta resolución (HPTLC) (Arup & al. 1993; White & James 1985; Orange & al. 2001). Sustancias empleadas como controles extraídas de algunas especies de líquenes fueron verificadas a partir de técnicas de espectroscopia de

infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR), masa (MS) y resonancia magnética nuclear (RMN) (Morales & Marcano 1992; Marcano & Morales 1994a, 1994b, 1994c; Marcano & al. 1999; Marcano & al. 2010a, 2010b).

Catálogo de especies

La lista de todos los táxones presenta un arreglo sistemático, basado estrictamente en la clasificación de Lücking & al. (2016). Para la presentación de los datos de las especies se sigue a Sipman (1992, 1999), Marcano & al. (1996) y Neuwirth (2007, 2008). Se ofrecen indicaciones de tipo de sustrato y hábitat observados en campo, rango altitudinal en el área investigada, distribución, localidad con los números de las colecciones seleccionadas realizadas por los autores (L. Castillo & V. Marcano) y notas ocasionales. Se incluyen referencias en los casos donde la especie ha sido reportada para las distintas regiones de los Andes venezolanos, siguiendo a Marcano & al. (1996), abreviaturas: **LA** = Lara, **ME** = Mérida, **TA** = Táchira, **TR** = Trujillo. Los nuevos registros para el suroeste de los Andes venezolanos en el estado de Táchira se indican con un asterisco y para Venezuela con dos asteriscos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición y diversidad

Un total de 104 especies y 40 géneros de líquenes fueron registrados. Los Ascomycetes liquenizados presentan el mayor número de especies (102) y géneros (38). Los Basidiomicetes liquenizados están representados solo por 2 especies y 2 géneros (*Cora* Fr. y *Corella* Vain.). Se registraron 21 familias pertenecientes a 10 órdenes (sensu Lücking & al. 2016). Las Parmeliaceae presentaron el mayor número de especies (38), seguida por las Cladoniaceae (13), Lobariaceae (9), Collemataceae y Stereocaulaceae (6) (Tabla 1). La importancia de las Parmeliaceae se refleja por la abundancia de especies de los géneros *Alectoria* Ach., *Hypotrachyna* (Vain.) Hale, *Oropogon* Th.Fr., *Parmotrema* A.Massal., *Remototrachyna* Divakar & A.Crespo, *Usnea* Dill. ex. Adans. y *Xanthoparmelia* (Vain.) Hale. Los géneros mejor representados fueron *Hypotrachyna* sensu lato (14 spp.; Crespo & al. 2010; Divakar & al. 2006, 2013), *Cladonia* (L.) Weber ex F.H.Wigg. sensu lato (12 spp.; Stenroos & al. 2002), *Parmotrema* (7 spp.), *Sticta* (Schreb.) Ach. (6 spp.), *Stereocaulon* Hoffm. y *Usnea* (5 spp.), *Coccocarpia* Pers. y *Oropogon* (4 spp.) (ver catálogo).

Una nueva especie fue descubierta en la zona de páramo, *Bunodophoron portachuelense* (Sphaerophoraceae). Los nuevos registros para Venezuela fueron: *Parmotrema pachydermum*, *Peltigera polydacyla*, *Peltigera spuria*, *Scytinium kauaiense*, *Stereocaulon novogranatense* y *Sticta limbata*. Para el Suroeste de los Andes venezolanos en el estado de Táchira, se reportan por primera vez las siguientes especies: *Alectoria imshaugii*, *A. ochroleuca*, *Baeomyces rufus*, *Bulbothrix imshaugii*, *Cladonia calycantha*, *C. macilenta*, *Coccocarpia culatensis*, *C. domingensis*, *C. erythrocardia*, *Hypotrachyna cirrhata*, *H. nigrociliata*, *Flavoparmelia soledians*, *Hypotrachyna revoluta*, *Lecidella stigmatea*, *Lepraria neglecta*, *Parmotrema eciliatum*, *P. flavomedullosum*, *Parmeliella nigrocincta*, *Peltigera dolichorhiza*, *Pertusaria culbersonii*, *P. tuberculifera*, *Ramalina cumanensis*,

Tabla 1. Frecuencia de táxones por familias presentes en los páramos de El Batallón y La Negra, Parque Nacional Juan Pablo Peñaloza (Andes venezolanos).

Familias*	Géneros	Especies
Baeomycetaceae	2	3
Cladoniaceae	2	13
Coccocarpiceae	1	4
Collemataceae	3	6
Graphidaceae	1	1
Hygrophoraceae	2	2
Imadophilaceae	2	3
Lecanoraceae	1	1
Leprocaulaceae	1	1
Lobariaceae	3	9
Pannariaceae	2	3
Parmeliaceae	9	38
Peltigeraceae	1	3
Pertusariaceae	1	2
Physciaceae	2	3
Ramalinaceae	1	1
Sphaerophoraceae	1	1
Stereocaulaceae	2	6
Teloschistaceae	1	1
Tephromelataceae	1	1
Umbilicariaceae	1	2
TOTAL 21	40	104

* Según clasificación de Lücking & al. (2016a).

Sticta filix, *S. orbicularis*, *Tephromela atra*, *Umbilicaria calvescens*, *U. polyphylla*, *Usnea bogotensis*, *U. fruticans*, *U. inermis* y *Xanthoparmelia standaertii* (ver catálogo).

Formas de crecimiento

Según los biotipos reconocidos para los líquenes andinos (Marcano 1994; Sipman 2002a), la forma foliácea fue la más numerosa (42 spp.), seguida de la forma fruticulosa (37 spp.), crustácea (11 spp.) y por último la gelatinosa (6 spp.) (Tabla 2). Estas formas de crecimiento están asociadas a una determinada región y estrategia bioecológica (Rogers 1990). El crecimiento en masa y radial de estas formas de líquenes está influenciado por el clima y también por factores del sustrato (Armstrong 2013). Una dominancia de especies foliáceas y fruticulosas se encuentra tanto en la región de páramo, como en el bosque montano (Tabla 2). Esta relación coincide con observaciones procedentes de los líquenes de Colombia (Wolf 1993a, 1993b; Sipman 1995, 2002a). En los Andes tropicales, los líquenes fruticulosos y foliáceos, los cuales son más vulnerables al impacto ambiental y más exigentes en recursos (Rogers 1990), están bien representados, mientras los crustáceos que son más tolerantes a las tensiones ambientales (Rogers 1990), se aprecian menos importantes (Sipman 2002a). En cambio en las tierras bajas, los crustáceos constituyen la forma dominante y los fruticulosos y foliáceos son escasos (Sipman 2002a).

Se piensa que la forma de crecimiento foliácea facilita una contracción y expansión del talo en los estadios sucesivos del

Tabla 2. Frecuencia de táxones de líquenes presentando distintas formas de crecimiento y sustratos en los páramos de El Batallón y La Negra, Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza (Andes venezolanos).

Rasgo bioecológico	Bosque montano 2100–3100 m	Páramo 3200–3650 m	Total
<i>Forma de crecimiento</i>			
Crustácea	6	7	11
Foliácea	15	33	42
Fruticulosa*	19	32	37
Gelatinosa	1	6	6
<i>Sustrato**</i>			
Corticícola	23	42	53
Humícola	2	12	12
Muscícola	7	13	13
Terrícola	11	12	21
Saxícola	4	12	19

* Incluye las cladoniformes

** Los totales y porcentajes para las especies según el sustrato no son absolutos, dado que una especie puede presentar varios tipos de adaptaciones.

ciclo sequia-humedad, sin que se produzcan fisuras o areolas como en el caso de los líquenes fruticulosos (v.gr., *Cladonia*, *Usnea*) (Hill 1981; Nash 1996). Esta unidad del talo en la forma foliácea, permite el continuo movimiento de carbohidratos con la consecuencia de un aumento en la tasa de crecimiento y dominancia de la forma (Armstrong 2013). La frecuencia de líquenes foliáceos con lóbulos lineares provistos de rizinas o cilios (como muchos géneros de Parmeliaceae), constituye probablemente una adaptación a condiciones de alta humedad en los Andes tropicales (Marcano & al. 1997b; Sipman 2002a).

Los líquenes fruticulosos en cambio, presentan un desarrollo desigual de las ramas que depende de su orientación en el microhábitat, lo cual da lugar a una captación de luz y producción de biomasa variable y a una tasa de crecimiento menor que en los líquenes foliáceos (Notov 2010, 2014). Ante el área de sustrato menor que ofrecen las ramas altas de los forófitos en comparación con el tronco o rocas, su éxito se aprecia en el aprovechamiento del espacio vertical y radial para un adecuado rendimiento fotosintético con el aumento del área de asimilación. De allí se ha especulado sobre la posibilidad que líquenes fruticulosos particularmente dimórficos, (v.gr., *Bunodophoron* A.Massal., *Cladonia*, *Stereocaulon*) pudieran haberse originado a partir de formas crustáceas y foliáceas (Notov 2010, 2014).

En el caso de los líquenes crustáceos, dicho movimiento se ve interrumpido por su característica fragmentación en escuámulas o discontinuidad del talo, presentando una alta tasa de crecimiento (Hill 1981; Armstrong & Bradwell 2010; Matthews & Trenbirth 2010). La gran antigüedad que presentan algunos líquenes foliáceos, al igual que otros crustáceos (v.gr., *Rhizocarpon superficiale* (Schaer) Vain.) en rocas de origen glacial o morrenas en las zonas altiandinas (Vareschi 1970; Jornelli & al. 2007; Marcano & al. 2010a, 2010b), justifica su conservación.

Sustrato de crecimiento

El mayor número de especies mostró ser corticícola (53), seguidas por las terrícolas (21), y las saxícolas (19); el resto se encontró creciendo sobre musgos y humus (Tabla 2).

La disponibilidad de los distintos tipos de sustratos, depende no solo de las características ecológicas de los pisos altitudinales sino también del grado de afectación humana de las zonas. De tal manera, las especies creciendo en sustratos corticícolas son prevalecientes en la zona de páramo (42 spp.), mientras en el bosque montano se observa un menor número de especies (23 spp.), muy probablemente debido a la alteración de los forófitos por impacto ambiental. En el páramo, las especies que crecen en el sustrato humícola, muscícola y saxícola, presentan un mayor número que en el bosque montano. En ambas zonas de vida las proporciones de especies que crecen en estos sustratos son similares (Tabla 2). Los géneros *Lecidella* Körb., *Tephromela* M.Choisy y *Umbilicaria* Hoffm. son estrictamente saxícolas; *Leptogium* (Ach.) Gray, *Lobariella* Yoshim. y *Sticta* corticícolas, y *Dibaeis* Clem., *Diploschistes* Norman y *Thamnolia* Ach. ex Schaerer terrícolas. Otros géneros como *Hypotrachyna* (Vain.) Hale, *Oropogon* y *Usnea* pueden encontrarse creciendo sobre rocas, musgos o cortezas, mientras las especies de *Cladonia* pueden crecer en casi todos los tipos de sustratos (v.gr., terrícola, corticícola, muscícola, humícola).

La colonización de nuevas tierras para el desarrollo urbanístico, construcción de carreteras y el incremento de la sabanización para la agricultura y minería con el empleo de herbicidas (v.gr., organofosforados, organoclorados, carbamatos; Flores-García & al. 2011) disminuyen la humedad y desertifican los suelos. Con la alteración de los sustratos (v.gr., forófitos leñosos, capa vegetal) los líquenes, al igual que otras especies de epífitos incluyendo musgos, hepáticas, helechos y algas, desaparecen. La selección específica de los sustratos es un factor importante para la supervivencia del líquen, que determina la riqueza, abundancia y distribución de la especie en una particular zona de vida (McCune & al. 1997), lo cual ha podido constatar el primer autor durante 30 años de estudios en la región tropical. Dicha especificidad puede depender principalmente del pH y textura de la corteza o sustrato, presencia o ausencia de determinados compuestos químicos, riqueza de nutrientes, acumulación de humedad, como de las condiciones microclimáticas de su entorno (Sipman & Harris 1989; Wolf 1993a, 1993b; Marcano 2003; Cáceres & al. 2007; Soto-Medina & al. 2012; Armstrong 2013).

Distribución altitudinal

El mayor número de táxones se concentra en la zona de páramo (3200–3650 m), con 82 especies y 35 géneros, mientras el bosque montano (2100–3100 m) presenta 44 especies y 22 géneros (Fig. 2). Muchas especies pueden compartir los pisos altitudinales del bosque montano alto y el páramo andino. Existe un incremento del número de especies y géneros en la medida que aumenta la altura desde los 2100 hasta los 3650 m. Curiosamente, a pesar de registrarse los mayores niveles de humedad y precipitación en el bosque montano, la mayor concentración de táxones se registra en el páramo. Por ejemplo, entre los 3400 y 3650 m (páramo altiandino), se registraron 63 especies y 28 géneros, descendiendo entre los 2100–2300 m (bosque montano bajo) hasta las 14 especies y 11 géneros (Tabla 3).

Una relación entre la diversidad de líquenes y la elevación ha sido señalada en los Andes de Venezuela, con una alta diversidad entre los 2000–3000 m, que disminuye entre

3000–5000 m, lo mismo que por debajo de los 800 m (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996; Marcano 1994, 2003). Wolf (1993a, 1993b) y Sipman (1995, 1999, 2002a) encontraron en Colombia, una diversidad líquénica más alta en los bosques montanos que en los páramos, en una relación similar a la apreciada en Venezuela.

La mayor diversidad de especies hallada en la zona de páramo (incluyendo aquellas adaptadas a sustratos de corteza) en comparación con el bosque montano en el área de estudio, puede ser explicada debido al aumento de la presión antrópica que ha experimentado y continua experimentando el bosque montano durante las últimas décadas, debido a las actividades de explotación de madera, agrícola y ganadera, las cuales han disminuido significativamente los forófitos y los humedales (Moncada & al. 2013). En la actualidad, proyectos de explotación minera y ocupación de tierras protegidas dentro de los límites del parque nacional amenazan aún más la supervivencia de su biota.

Conservación y futuro de la biodiversidad

La alteración antrópica de los hábitats impone una reducción drástica de muchas especies de líquenes. En los Andes tropicales, se considera que la mayor amenaza es

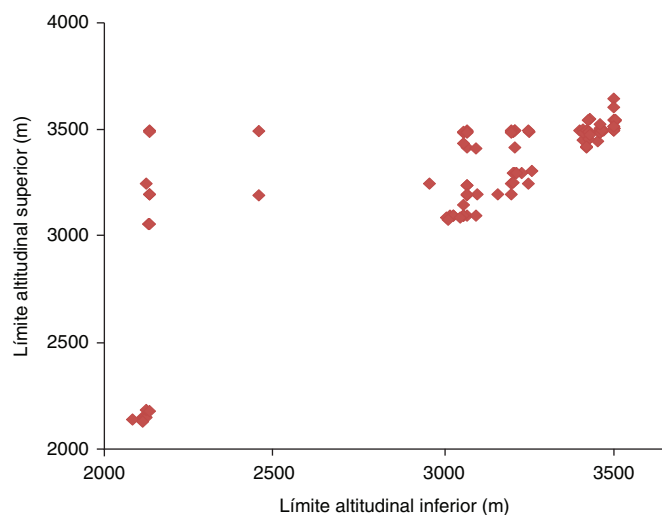


Fig. 2. Rangos de distribución altitudinal de especies de líquenes en los páramos de El Batallón y La Negra, Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza (Andes venezolanos). Destaca su mayor concentración en la región por encima de los 3000 m (páramo).

el aumento en la intensidad del uso de la tierra (Ferwerda 1987; Azocar & Fariñas 2003; Molau 2004), por lo que la eventual pérdida de biodiversidad por desaparición de hábitat debido al calentamiento global, no se le ha dado la importancia requerida (Clubbe 1996; Houghton & al. 2001; Thomas & al. 2004; Stocker & al. 2013). El número de especies de líquenes descritas en todo el mundo se ha estimado entre 17.000–19.000 y de las no descritas en más de 10.000 (Feuerer & Hawksworth 2007; Lumbsch & al. 2011; Lücking & al. 2016). De allí que los inventarios y análisis biogeográficos constituyen una emergencia que debe ser atendida ante las distintas amenazas que imponen un riesgo de desaparición de especies estimado entre 15–50% en los próximos 50 años (Pimm & al. 1995; Woodruff 2001). Debido a las alteraciones que ocasiona la actividad humana en la vegetación de páramo y bosque de los páramos de El Batallón y La Negra y los problemas en materia de conservación que surgen de ello, constituye una urgencia adoptar medidas drásticas que aseguren la conservación de la biodiversidad, incluyendo todos los tipos de vegetación. Entre ellas sugerimos: la eliminación gradual de áreas sometidas a efectos antrópicos que representen barreras para la migración ascendente de las especies; la protección de áreas pequeñas o montañas con especies endémicas o raras que estarían en peligro de desaparecer; el monitoreo de las reacciones de las especies ante los cambios introducidos por el hombre; y, finalmente, el cabal cumplimiento de los decretos que le otorgan al Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza la protección estricta de su biodiversidad y ambientes naturales.

Catálogo de los líquenes de los páramos de El Batallón y La Negra

Ascomycetes
Baeomycetales
Baeomycetaceae

1. *Baeomyces rufus* (Huds.) Rebert.
Crustáceo. **L3:** Laguna La Ciénaga, terrícola, páramo, 3400–3420 m, L. Castillo & V. Marcano 175. **ME, TA** (Vries & Sipman 1984; Marcano & al. 1996; Stenroos & DePriest 1998; Platt & Spatafora 2000).
2. *Phyllobaeis erythrellus* (Mont.) Kalb
Crustáceo. **L3:** Vía laguna El Cienagón, terrícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3200–3300 m, L. Castillo & V. Marcano 060. **ME, TA, TR** (Marcano & al. 1996).
3. *Phyllobaeis imbricatus* (Hook. In Kunth) Kalb & Gierl

Tabla 3. Frecuencia de táxones de líquenes presentes en distintos pisos altitudinales en los páramos de El Batallón y La Negra, Parque Nacional General Juan Pablo Peñaloza (Andes venezolanos).

Intervalo altitudinal (m) *	Temperatura (°C)**	Precipitación (mm)**	Humedad (%)	Géneros	Especies
<i>Bosque Montano</i>		1400–2000	81–92		
Bajo: 2100–2300	18–17			11	14
Alto: 3000–3100	12–13			21	37
<i>Páramo</i>		1100–1800	< 80		
3200–3300	11–12			24	43
3400–3650	8–9			28	63

* Según datos de Huber & Alarcón (1988), Veillon (1989), Marcano (1994), Ataroff (2003) y Azocar & Fariñas (2003).
** Según datos promedios anuales de García-Mora (2004), Marcano & al. (2003, 2009a, 2009b, 2010a, 2010b).

Crustáceo. **L2:** Portachuelo, terrícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3050–3100 m, L. Castillo & V. Marcano 018, 079, **ME, TA, TR** (Marcano & al. 1996).

Caliciales
Physciaceae

4. *Heterodermia casarettiana* (Massal.) Trev.

Foliáceo. **L2:** Portachuelo, muscícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3050–3150 m, L. Castillo & V. Marcano 031. **LA, ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

5. *Heterodermia microphylla* (Kurok.) Swinsc. & Krog

Foliáceo. **L3:** Laguna El Cienagón, corticícola, páramo, vegetación arbustiva, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 051. **L3:** laguna La Verdosa, corticícola, páramo, 3250 m, L. Castillo & V. Marcano 084. **L1:** páramo La China, corticícola, bosque montano, 2130–2300 m, L. Castillo & V. Marcano 221. **ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

6. *Physcia lopezii* Moberg

Foliáceo. **L3:** Laguna La Ciénaga, corticícola, páramo, 3417–3460 m, L. Castillo & V. Marcano 163. **ME, TA, TR** (Moberg 1990; Marcano & al. 1996).

Lecanorales
Cladoniaceae

7. *Cladia aggregata* (Sw.) Nyl.

Fruticuloso. **L2:** Portachuelo, bosque nublado húmedo, terrícola, 2800 m, L. Castillo & V. Marcano 007; **L3:** vía laguna El Cienagón, húmicola, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 064; **L3:** vía laguna La Ciénaga, vegetación arbustiva, 3430 m, L. Castillo & V. Marcano 202. **LA, ME, TR, TA** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

8. *Cladonia arcuata* Ahti

Fruticuloso. **L2:** Portachuelo, muscícola, bosque montano alto, subpáramo, vegetación arbustiva, 3000–3100 m, L. Castillo & V. Marcano 002. **ME, TR, TA** (Vareschi, 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996; Stenroos & al. 2002).

9. **Cladonia calycantha* Del. ex Nyl.

Fruticuloso. **L3:** Laguna La Grande, saxícola, páramo, 3400–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 92, 140. **ME, TA** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

10. *Cladonia chlorophaea* (Flk. ex Sommerf.) Spreng.

Fruticuloso. **L3:** Laguna La Ciénaga, muscícola, páramo, 3400–3450 m, L. Castillo & V. Marcano 162. **LA, ME, TR, TA** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

11. **Cladonia coccifera* (L.) Willd.

Fruticuloso. **L2:** Portachuelo, terrícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3000–3100 m, L. Castillo & V. Marcano 016. **ME, TA** (Ahti & Stenroos 1986; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

12. *Cladonia confusa* R. Sant.

Fruticuloso. **L3:** Laguna La Ciénaga, húmicola, páramo, vegetación arbustiva, 3500 m, L. Castillo & V. Marcano 164. **L3:** Vía laguna El Cienagón, muscícola, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 066. **LA, ME, TR, TA** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano 1994; Marcano & al. 1996; Stenroos & al. 2002).

13. *Cladonia corniculata* Ahti & Kashiw.

Fruticuloso. **L3:** Laguna La Grande, húmicola, muscícola, páramo, 3400–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 97, 139. **ME,**

TR, TA (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Huovinen & al. 1990; Marcano & al. 1996).

14. *Cladonia furcata* (Huds.) Schad.

Fruticuloso. **L2:** Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 021; **L3:** laguna La Grande, terrícola, muscícola, páramo, 3390–3494 m, L. Castillo & V. Marcano 113, 152. **LA, ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

15. **Cladonia macilentata* Hoffm.

Fruticuloso. **L3:** Laguna La Ciénaga, corticícola, páramo, 3450–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 166. **LA, ME, TA, TR** (Ahti & Stenroos 1986; Marcano & al. 1996).

16. *Cladonia miniata* Meyer

Fruticuloso. **L2:** Portachuelo, terrícola expuesta, subpáramo, vegetación arbustiva, 3000–3100 m, L. Castillo & V. Marcano 020. **ME, TA, TR** (Vareschi 1973; Ahti & Stenroos 1986; Stenroos 1989; Marcano & al. 1996).

17. *Cladonia pleurota* (Flk.) Schaer.

Fruticuloso. **L3:** Laguna La Verdosa, húmicola, vegetación arbustiva, subpáramo, asociada con *Dictyonema glabratum* 3242 m, L. Castillo & V. Marcano 035; **L3:** Laguna La Grande, saxícola, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 117. **ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

18. *Cladonia rangiferina* (L.) F. H. Wigg.

Fruticuloso. **L3:** Laguna La Grande, terrícola páramo, 3400 m, L. Castillo & V. Marcano 120; **L3:** Laguna La Ciénaga, terrícola, páramo, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 180. **ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996; Stenroos & al. 2002).

19. *Cladonia rappii* Evans var. *exilior*

Fruticuloso. **L1:** Vía páramo La China, terrícola, bosque montano, 2100–2150 m, L. Castillo & V. Marcano 214. **LA, ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

Tephromelataceae

20. **Tephromela atra* (Huds.) Hafellner

Crustáceo. **L1:** Proximidad páramo La China, saxícola, bosque montano, 2130–2180 m, L. Castillo & V. Marcano 230. **LA, ME, TA** (Marcano & al. 1996).

Sphaerophoraceae

21. *Bunodophoron portachuelense* V. Marcano & L. Castillo, sp. nov. Tipo: Venezuela. Táchira, Páramo de El Batallón, proximidad a laguna La Verdosa, L. Castillo & V. Marcano 033 (holo-: MER; iso-: VEN, paratipo col. privada V. Marcano). Fig. 3.

Thallus primarius squamulosus. Pseudopodetia 2–3 cm alta, parva, pallide, semper fertilia, isidiata. Isidiis laminalibus, tere-tiformibus. Pycnidia absentibus. Excipulum thallinum praesentibus. Apothecia subsphaerica vel subconvexa, disco nigro. Ascospores globosae. Acidum usnicum (parce) continens.

Dimórfico. Talo primario crustáceo a escuamuloso. Talo secundario con pseudopodocios cortos, pequeños, 2–3 cm, blanquecino, a veces formando un denso tomento, complanados en la base y en la zona media, hasta 10 mm de diámetro, subcilíndricos en la parte superior, con microlóbulos marginales redondeados, 2 a 3 veces divididos hacia los ápices, y un cordón axial robusto cubierto por una fina y delgada capa algal. Superficie



Fig. 3. Especímenes de *Bunodophoron portachuelense*, una especie nueva del Páramo de El Batallón. Fotos del holótipo. Escala = 1 cm.

superior frecuentemente fisurada (N+ rojo), con manchas carbonizadas irregulares. Isidios abundantes, cilíndricos, dicotómicos a coraloides. Fotobionte verde, trebouxoide. Conidiomata ausente. Apotecios terminales a subterminales, disco negro (N-), 2–5 mm de diámetro, circulares, subconvexos a semiglobosos, la parte superior del apotecio está cubierta por un denso aglomerado de esporas colapsadas, carbonizadas (macedio); excípulo talino presente (N+ rojo), blanzuczo, con ramificaciones cortas semejantes a isidios, simples a ramificadas. Ascosporas simples, globosas, hialinas a marrón oscuro, 6–8 μm de diámetro, frecuentemente cubiertas por material oscuro carbonáceo.

Química.—Córtex K-; médula K+ amarillo, C-, KC-, P-, N+ rojo; TLC: ácido úsnico (probablemente isoúsnico), esfaeroforina.

Distribución y ecología.—Conocida solamente desde la localidad del tipo; corticícola, muscícola, debajo de vegetación arbustiva en el páramo andino, 3242–3250 m.

Observaciones.—*Bunodophoron portachuelense* se caracteriza por presentar un crecimiento dimórfico, que incluye un talo secundario o pseudopodecio, provisto generalmente de una fina a espesa capa de tomento basal, estrechamente aplanado y ancho hacia la base y subcilíndrico en las numerosas ramificaciones superiores. De los pseudopodecios surgen isidios cilíndricos y ramificaciones semejantes a isidios coraloides, que recubren la mayor parte del talo. Además, presenta un cordón axial robusto, cubierto por una frágil capa verdosa constituida por el ficobionte. *Bunodophoron melanocarpum* (Sw.) Wedin se diferencia de *B. portachuelense* principalmente por su tamaño ligeramente mayor, coloración verdosa, pseudopodecios subcilíndricos a cilíndricos, presencia de picnidios y de manchas rojas en la base y también por carecer de ácido úsnico y presentar agregados de ácido estictico (Wedin 1995a, 1995b). Las descripciones dadas por distintos autores de *B. melanocarpum* en base a especímenes precedentes, por ejemplo, del este de África, Nueva Zelanda e Islas Británicas (Galloway 1985;

Swinscow & Krog 1988; Purvis & al. 1992), presentan notables diferencias, las cuales pueden ser consecuencia de la existencia de distintas especies epífitas similares aun no descritas (Soto-Medina & al. 2018).

Otras especies de *Bunodophoron* procedentes de los páramos cercanos de Colombia como *B. flabellatum* (Hue) Soto, M. Prieto & Wedin y *B. crespoae* Soto, M. Prieto & Wedin presentan pseudopodocios de mayor longitud (Soto-Medina & al. 2018). La presencia de ácido úsnico o afines es muy rara en el género, solo unas pocas especies como *B. notatum* (Tibell) Wedin y *B. ramuliferum* (Lamb) Wedin procedentes de Oceanía y Suramérica (Soto-Medina & al. 2018), sintetizan ácido isoúsnico (Galloway 1985).

Stereocaulaceae

22. **Lepraria neglecta* Auct.

Crustáceo. **L3**: Proximidad a la laguna El Cienagón, saprófita (sobre hierbas), 3417 m, L. Castillo & V. Marcano 086; **L3**: Laguna La Grande, muscícola, páramo, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 124, 131. **ME, TA** (Marcano & al. 1996).

23. *Stereocaulon microcarpum* Müll. Arg.

Fruticuloso. **L3**: Vía laguna El Cienagón, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 073; **L3**: Laguna La Grande, saxícola, 3490 m: L. Castillo & V. Marcano 153. **LA, ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

24. ***Stereocaulon novogranatense* I. M. Lamb

Fruticuloso. Se distingue por carecer de soledios y presentar cefalodios gris oscuro, saculados, arrugados, con anillos marginales blancos. TLC: atranorina, ácidos perlatólico y protocetrárico. Probablemente la especie más afín constituye *S. follmannii* Marcano, Morales & Galiz, procedente del Cerro Duida, Amazonas venezolano (Marcano & al. 1995b; Sipman, 2002b), al presentar cefalodios grises, saculados. **L3**: Laguna La Ciénaga, humícola, páramo, 3400–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 165, 169. **TA**. Conocida antes solo para los páramos de Colombia y Ecuador (Lamb 1978; Boekhout 1982; Sipman 2002; Rincón-Espitia & Mateus 2013).

25. *Stereocaulon pachycephallum* Vain.

Fruticuloso. **L2**, Portachuelo, terrícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 027; **L3**: Laguna La Ciénaga, muscícola, 3417 m, L. Castillo & V. Marcano 161. **TA, TR** (López-Figueiras, 1986; Marcano & al. 1996).

26. *Stereocaulon ramulosum* Räsusch.

Fruticuloso. **L3**: Proximidad laguna El Cienagón, terrícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3190–3200 m, L. Castillo & V. Marcano 063, 075. **ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

27. *Stereocaulon strictum* (Th.) Fr. var. *compressum* (Nyl.) Lamb

Fruticuloso. **L2**: Portachuelo, terrícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 019; **L3**: Laguna La Ciénaga, terrícola, páramo, 3417 m, L. Castillo & V. Marcano 174. **ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

Ramalinaceae

28. **Ramalina cumanensis* Fée

Fruticuloso. **L1**: Páramo La China, bosque montano siempre verde y bajo seco, vegetación arbustiva, 2120 m, L. Castillo

& V. Marcano 209; **L3**: Laguna La Verdosa, muscícola, subpáramo, páramo, 3250–3300 m, L. Castillo & V. Marcano 042. **ME, TA, TR** (Dodge & Vareschi 1956; Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

Lecanoraceae

29. **Lecidella stigmata* (Ach.) Hertel & Leuckert

Crustáceo. Presenta un talo areolado, aréolas pálidas, fotobionte verde, apotecios lecideínicos, oscuros, con ascosporas elipsoides. **L2**: Portachuelo, terrícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3000–3080 m, L. Castillo & V. Marcano 029. **ME, TA** (Hertel 1971; Vareschi, 1973; Marcano & al. 1996).

Parmeliaceae

30. **Alectoria imshaugii* Brodo & Hawksworth var. *venezuelensis* V. Marcano & A. Morales

Fruticuloso. Pseudocifelas con soledios UV+; TLC: ácido alectorónico y úsnico. **L3**: Laguna La Grande, saxícola, páramo, 3450–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 123. **ME, TA** (Marcano & Morales 1994a; Marcano & al. 1996).

31. **Alectoria ochroleuca* (Hoffm.) Massal. var. *tropica* V. Marcano & A. Morales

Fruticuloso. Pseudocifelas sin soledios UV+; TLC: ácido alectorónico y úsnico. **L3**: Laguna La Grande, humícola, páramo húmedo, 3450–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 155, 156. **ME, TR, TA** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano 1994; Marcano & Morales 1994a; Marcano & al. 1996).

32. **Bulbothrix imshaugii* (Hale) Hale

Foliáceo. **L3**: Laguna La Grande, muscícola, saxícola, páramo, 3450–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 93. **ME, TA** (Marcano & al. 1996).

33. **Flavoparmelia soledians* (Nyl.) Hale

Foliáceo. **L3**: Laguna La Grande, terrícola, páramo, 3450–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 128. **ME, TA** (Marcano & al. 1996).

34. **Hypotrachyna cirrhata* (Fr.) Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix & Lumbsch (≡ *Everniastrum cirrhatum* (Fr.) Hale ex Sipman)

Foliáceo. **L3**: Laguna La Ciénaga, corticícola, páramo, 3417 m, L. Castillo & V. Marcano 173; **L3**: Laguna La Grande, corticícola, páramo, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 114, 137. **LA, ME, TA, TR** (Marcano & al. 1996).

35. *Hypotrachyna columbiensis* (Zahlbr.) Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix & Lumbsch (≡ *Everniastrum columbiense* (Zahlbr.) Hale ex Sipman)

Foliáceo. **L3**: Laguna La Verdosa, muscícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3200–3300 m, L. Castillo & V. Marcano 043. **ME, TA, TR** (Marcano & al. 1996).

36. *Hypotrachyna densirhizinata* (Hale & Kurok.) Hale

Foliáceo. **L2**: Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3050–3100 m, L. Castillo & V. Marcano 011. **ME, TA, TR** (Hale 1975; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

37. *Hypotrachyna gigas* (Kurok) Hale

Foliáceo. **L3**: Laguna La Verdosa, saxícola, páramo, 3250 m, L. Castillo & V. Marcano 037; **L3**: Laguna El Cienagón, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3190 m, L. Castillo & V. Marcano 072. **ME, TA, TR** (Hale 1975; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

38. *Hypotrachyna isidiocera* (Nyl.) Hale

Foliáceo. **L3:** Proximidad a la laguna El Cienagón, corticícola, páramo, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 089; **L3:** Laguna La Grande, saxícola, páramo, 3490 m, L. Castillo & V. Marcano 96, 108, 135, 138. **LA, ME, TA, TR** (Hale 1975; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

39. *Hypotrachyna lineariloba* (Kurok.) Hale

Foliáceo. **L3:** Proximidad a la laguna La Ciénaga, corticícola, arbustales (Chirrivitales), páramo, 3420–3490 m L. Castillo & V. Marcano 090. **LA, ME, TA, TR** (Hale 1975; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

40. *Hypotrachyna lopezii* Hale

Foliáceo. **L2:** Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3050 m, L. Castillo & V. Marcano 012; **L3:** Laguna La Grande, saxícola, páramo, 3490 m, L. Castillo & V. Marcano 132. **ME, TA, TR** (Hale 1975; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

41. *Hypotrachyna minima* (Lyng.) Hale

Foliáceo. **L3:** Laguna La Grande, saxícola, páramo, 3400–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 091, 126. **TA, TR** (Hale 1975; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

42. **Hypotrachyna nigrociliata* (de Lesd.) Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix & Lumbsch (≡ *Everniastrum nigrociliatum* (Taylor) Hale ex Sipman)

Foliáceo. **L2:** Portachuelo, corticícola, vegetación arbustiva, 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 004; **L3:** Vía laguna La Ciénaga, corticícola, páramo, 3430 m, L. Castillo & V. Marcano 052; **L3:** Laguna La Grande, corticícola, páramo, 3550 m, L. Castillo & V. Marcano 143. **ME, TA** (Marcano & al. 1996).

43. *Hypotrachyna physcioides* (Nyl.) Hale

Foliáceo. **L3:** Laguna La Grande, saxícola, páramo, 3500 m L. Castillo & V. Marcano 118. **LA, ME, TA, TR** (Hale 1975; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

44. **Hypotrachyna revoluta* (Flk.) Hale

Foliáceo. **L3:** Laguna El Cienagón, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3195–3300 m, L. Castillo & V. Marcano 069. **LA, ME, TA** (Hale 1975; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

45. *Hypotrachyna sinuosa* (Smith) Hale

Foliáceo. **L3:** Laguna La Grande, corticícola, páramo, 3450–3490 m, L. Castillo & V. Marcano 129. **ME, TA, TR** (Hale 1975; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

46. *Hypotrachyna sorocheila* (Vain.) Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix & Lumbsch (≡ *Everniastrum sorocheilum* (Vain.) Hale ex Sipman)

Foliáceo. **L2:** Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3050–3100 m, L. Castillo & V. Marcano 003. **ME, TA, TR** (Marcano & al. 1996).

47. *Hypotrachyna vexans* (Zahlbr. ex W.L. Culb. & C.F. Culb.) Divakar, A. Crespo, Sipman, Elix & Lumbsch (≡ *Everniastrum vexans* (Zahlbr. ex W.L. Culb. & C.F. Culb.) Hale ex Sipman)

Foliáceo. **L1:** Páramo La China, corticícola, bosque montano bajo siempre verde, vegetación arbustiva, 2130–2350 m, L. Castillo & V. Marcano 203, 211; **L3:** Laguna El Cienagón, corticícola, páramo, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 053; **L3:** Laguna La Verdosa, corticícola, páramo, 3200–3300 m, L. Castillo & V. Marcano 081, 083. **ME, TA, TR** (Marcano & al. 1996).

48. *Oropogon barbaticus* Essl.

Fruticuloso. **L3:** Proximidad a la laguna El Cienagón, terrícola, páramo, 3417 m, L. Castillo & V. Marcano 085; **L3:**

Laguna La Grande, humícola, páramo, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 159. **ME, TA, TR** (Esslinger 1989; Marcano 1994; Marcano & al. 1996).

49. *Oropogon bicolor* Essl.

Fruticuloso. **L2:** Portachuelo, corticícola expuesto, subpáramo, vegetación arbustiva, 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 023; **L3:** Vía laguna El Cienagón, 3420 m, L. Castillo & V. Marcano 076. **ME, TA, TR** (Esslinger 1989; Marcano & al. 1996).

50. *Oropogon loxensis* (Fée) Th. Fr.

Fruticuloso. **L3:** Proximidad a la laguna El Cienagón, humícola, páramo, 3417 m, L. Castillo & V. Marcano 085; **L3:** Laguna La Grande, terrícola, muscícola, páramo, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 095, 154, 157. **ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Esslinger 1989; Marcano & al. 1996).

51. *Oropogon parietinus* Essl.

Fruticuloso. **L3:** Laguna La Grande, saxícola, páramo, 3455–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 158. **TA** (Esslinger 1989; Marcano & al. 1996). Endémica al estado Táchira.

52. *Parmotrema cetratum* (Ach.) Hale

Foliáceo. **L3:** Laguna La Grande, corticícola, páramo, 3494–3545 m, L. Castillo & V. Marcano 116. **LA, ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996, 1997b).

53. *Parmotrema delicatulum* (Vain.) Hale

Foliáceo. **L3:** laguna La Grande, Corticícola, páramo, 3490–3550 m, L. Castillo & V. Marcano 137. **LA, ME, TA** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

54. **Parmotrema eciliatum* (Nyl.) Hale

Foliáceo. **L2:** Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3060–3100 m, L. Castillo & V. Marcano 009. **ME, TA** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

55. **Parmotrema flavomedullosum* Hale

Foliáceo. **L3:** Laguna La Grande, corticícola, páramo, 3490–3520 m, L. Castillo & V. Marcano 142. **TA;** Suramérica (Hale 1974; Kukwa & al. 2012). Primer registro para los Andes en Venezuela.

56. *Parmotrema grayanum* (Hue) Hale

Foliáceo. **L3:** Vía laguna La Verdosa, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3086–3100 m, L. Castillo & V. Marcano 080. **LA, ME, TA** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

57. *Parmotrema pachydermum*** (Hue) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Elix & Lumbsch

Foliáceo. Presenta un talo con lóbulos estrechos y canaliculados, divididos dicotómicamente, elongados, linealmente estrechos, con cilios marginales, simples o más o menos ramificados, con córtex superior densamente maculado, la superficie inferior es pálida, con rizinas simples o raramente divididas; apotecios laminares. **L3:** Laguna La Grande, corticícola, páramo, 3450–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 150. **TA.** Suramérica (Culberson & Culberson 1981; Blanco & al. 2005).

58. *Parmotrema tinctorum* (Nyl.) Hale

Foliáceo. **L2:** Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 015; **L3:** Laguna La Grande, corticícola, páramo, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 101. **LA, ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

59. *Remototrachyna costaricensis* (Nyl.) Divakar & A. Crespo (≡ *Hypotrachyna costaricensis* (Nyl.) Hale)

Foliáceo. **L3**: Laguna La Grande, terrícola, páramo, 3450–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 125, 146. **ME, TA, TR** (Hale 1975, López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996; Divakar & al. 2010).

60. *Usnea bogotensis Vain.

Fruticuloso. Presenta un talo ascendente, de aspecto robusto, cilíndrico, laciniado con papilas o tubérculos, sorediado, textura coriácea, rígida, de color amarillo claro, con pocas ramificaciones secundarias. Esta especie se asemeja a *U. laevis* (Eschw.) Nyl. **L1**: Páramo La China, corticícola, bosque siempre verde montano bajo, 2450 m, L. Castillo & V. Marcano 178; **L3**: Laguna La Grande, saxícola, vegetación arbustiva, páramo, 3500 m, L. Castillo & V. Marcano 122. **ME, TA** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996; Vareschi 2001; Neuwirth 2008).

61. Usnea columbiana Motyka

Fruticuloso. **L1**: Páramo La China, corticícola, bosque montano bajo, 2130 m, L. Castillo & V. Marcano 202; **L2**: Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 028; **L3**: Via Laguna El Cienagón, corticícola, páramo, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 068. **TA** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996; Vareschi 2001).

62. Usnea duriuscula Motyka

Fruticuloso. **L3**: Laguna La Verdosa, corticícola, vegetación arbustiva, páramo, 3186 m, L. Castillo & V. Marcano 082; **L3**: Laguna La Ciénaga, corticícola, páramo, 3416 m, L. Castillo & V. Marcano 168. **TA** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano 1994; Marcano & al. 1996; Vareschi 2001).

63. *Usnea fruticans Motyka

Fruticuloso. **L1**: Páramo La China, corticícola, bosque siempre verde, 2130–2300 m, L. Castillo & V. Marcano 183; **L2**: Portachuelo, corticícola, vegetación arbustiva, expuesta, L. Castillo & V. Marcano 013; **L3**: Laguna El Cienagón, saxícola, páramo andino, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 067; **L3**: Laguna La Grande, saxícola, páramo andino, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 094, 096. **TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano 1994; Marcano & al. 1996; Vareschi 2001).

64. **Usnea inermis Motyka

Fruticuloso. Se caracteriza por presentar una superficie ennegrecida, sorediada, con pseudoisidios, sin pigmentos rojos; K+ amarillo. TLC: ácido psorómico. Por su distribución geográfica (Suramérica, Australia, Nueva Zelanda), su origen podría remontarse al supercontinente Gondwana (Galloway 1985; Ramhold 2020). **L1**: Páramo La China, corticícola, saxícola, páramo siempre verde seco montano bajo, 2100–2130 m, L. Castillo & V. Marcano 225. **TA**.

65. Xanthoparmelia microspora (Müll. Arg.) Hale

Foliáceo. **L2**: Portachuelo, subpáramo, vegetación arbustiva, expuesto, 3040 m, L. Castillo & V. Marcano 025; **L3**: Laguna La Grande, saxícola, páramo, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 133. **ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Hale 1990; Nash & al. 1995; Marcano & al. 1996).

66. *Xanthoparmelia standaertii (Gyeln.) Hale

Foliáceo. **L3**: Laguna La Grande, terrícola, páramo, 3490–3520 m, L. Castillo & V. Marcano 127. **ME, TA** (López-Figueiras 1986; Hale 1990; Nash & al. 1995; Marcano & al. 1996).

67. Xanthoparmelia ulcerosa (A. Zahlbr.) Hale

Foliáceo. **L3**: Laguna La Verdosa, saxícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3250 m, L. Castillo & V. Marcano 035. **LA,**

ME, TA, TR (López-Figueiras 1986; Hale 1990; Nash & al. 1995; Marcano & al. 1996).

Leprocaulales

Leprocaulaceae

68. Leprocaulon arbuscula (Nyl.) Nyl.

Fruticuloso. Se caracteriza por presentar pseudopodocios dorsiventrales, ramificados dicotómicamente, marrón oscuro en su cara ventral y blancos en su cara dorsal, con gránulos filocladiales en la parte distal de sus ramificaciones y un eje central interno bien definido rodeado por una capa externa de origen talino. K-, C-, KC+ amarillo, PD+ amarillo naranja, UV-; TLC: ácido protocetrárico, ácidos escuamático, baeomícésico y una sustancia desconocida. (Marcano & al. 1997a). **L3**: Laguna El Cienagón, corticícola, vegetación arbustiva, páramo, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 071; **L3**: Laguna La Grande, saxícola, páramo, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 134. Solo era conocida en Táchira desde la localidad de Betania, Valle Tamá, 2300–2400 m, López-Figueiras 25793 (MERF) (López-Figueiras 1986), y del Amazonas venezolano en el Alto Orinoco, Cerro Duida (Marcano & al. 1997a). **TA** (Marcano & al. 1996, 1997a).

Ostropales

Graphidaceae

69. Diploschistes cinereocaesius (Sw. ex Ach.) Vain.

Crustáceo. **L2**: Portachuelo, terrícola, vegetación arbustiva, subpáramo, 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 026; **L3**: Laguna El Cienagón, terrícola, expuesto, páramo, 3210 m, L. Castillo & V. Marcano 172; **L3**: Laguna La Grande, terrícola, expuesto, páramo, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 121. **LA, ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano 1994; Marcano & al. 1996).

Peltigerales

Coccocarpiaceae

70. *Coccocarpia culatensis V. Marcano & A. Morales Méndez.

Foliáceo. **L1**: Páramo La China, terrícola, bosque montano bajo, 2100–2150 m, L. Castillo & V. Marcano 198. **ME, TA** (Marcano & al. 1995a, 1996).

71. *Coccocarpia domingensis Vain.

Foliáceo. **L3**: Laguna La Grande, saxícola, bosque montano, 2120–2180 m, L. Castillo & V. Marcano 220. **ME, TA** (Marcano & al. 1995a, 1996).

72. *Coccocarpia erythrocardia (Müll. Arg.) L. Arvidss.

Foliáceo. **L1**: Páramo La China, corticícola, bosque montano, 2100–2150 m, L. Castillo & V. Marcano 229. **ME, TA** (Marcano & al. 1995a, 1996).

73. Coccocarpia erythroxyli (Spreng.) Swinsc. & Krog

Foliáceo. **L3**: Proximidad a la laguna El Cienagón, corticícola, páramo andino, 3400–3450 m, L. Castillo & V. Marcano 088. **ME, TA** (Marcano & al. 1995a, 1996).

Collembataceae

74. Collema glaucophthalmum Nyl. var. *glaucophthalmum*

Gelatinoso. **L3**: Laguna El Cienagón, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3150–3200 m, L. Castillo & V.

Marcano 057. **ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

75. *Leptogium andinum* P. M. Jörg.

Gelatinoso. **L3:** Laguna la Verdosa, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 2950–3250 m, L. Castillo & V. Marcano 034. **ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

76. *Leptogium burgessii* (L.) Mont.

Gelatinoso. **L3:** Laguna El Cienagón, corticícola, vegetación arbustiva, páramo, 3196 m, L. Castillo & V. Marcano 065; **L3:** Laguna La Grande, húmicola, páramo, 3494 m, L. Castillo & V. Marcano 147. **ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano 1994; Marcano & al. 1996).

77. *Leptogium menziesii* (Ach.) Mont.

Gelatinoso. **L3:** Laguna El Cienagón, corticícola, páramo, vegetación arbustiva, 3190 m, L. Castillo & V. Marcano 044, 054, 056; **L3:** Laguna La Grande, corticícola, 3500 m L. Castillo & V. Marcano 103, 110. **ME, TA** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

78. *Leptogium isidiosellum* (Riddle) Sierk

Gelatinoso. **L2:** Portachuelo, corticícola, subpáramo, 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 005; **L3:** Laguna La Grande, corticícola, páramo, vegetación arbustiva, 3500 m, L. Castillo & V. Marcano 149. **LA, ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

79. *Scytinium kauaiense* (H. Magn.) Otálora, P. M. Jörg. & Wedin

Gelatinoso. Presenta un talo redondeado, algo irregular, individuos poco diferenciables, densamente lobados más o menos delgados, de espesor uniforme, color verde oliva oscuro, con isidios; isidios marginales y laminales numerosos y densos, algunas veces con puntos oscuros, globulares a elongados, lóbulos redondeados imbricados, no divididos; apotecios estipitados, de color anaranjado (Otálora & al. 2014). **L3:** Laguna La Verdosa, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3200–3300 m, L. Castillo & V. Marcano 040. **TA.**

Lobariaceae

80. *Lobariella crenulata* (Hook.) Yoshim (≡ *Lobaria crenulata* (Hook. in Kunth) Trev.)

Foliáceo. **L1:** Vía páramo La China, corticícola, bosque montano siempre verde húmedo, 2450 m, L. Castillo & V. Marcano 207; **L3:** Vía Laguna el Cienagón, corticícola, páramo, vegetación arbustiva, 3195 m L. Castillo & V. Marcano 048, 049, 055, 070. **LA, ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

81. *Lobariella pallida* (Hook. in Kunth) Moncada & Lücking (≡ *Lobaria pallida* (Hook. in Kunth) Trev.)

Foliáceo. **L2:** Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 008; **L3:** Laguna La Verdosa, corticícola, páramo, 3242 m, L. Castillo & V. Marcano 045. **ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

82. *Pseudocyphellaria aurata* (Ach.) Vain.

Foliáceo. **L1:** Proximidad páramo La China, terrícola, bosque montano, 2100–2140 m, L. Castillo & V. Marcano 196. **LA, ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

83. *Sticta filicina* Ach.

Foliáceo. **L3:** Vía laguna El Cienagón, corticícola, páramo, vegetación arbustiva, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 047;

L3: Proximidad laguna El Cienagón, corticícola, páramo, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 087; **L3:** Laguna La Ciénaga, corticícola, páramo, 3420 m, L. Castillo & V. Marcano 60. **LA, ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

84. *Sticta filix* (Sw.) Nyl.

Foliáceo. **L3:** Laguna El Cienagón, corticícola, páramo, 3420 m, L. Castillo & V. Marcano 087. **ME, TA** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

85. *Sticta fuliginosa* (Dicks.) Ach

Foliáceo. **L2:** Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, L. Castillo & V. Marcano 032, 038; **L3:** Vía laguna El Cienagón, corticícola, páramo, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 059. **LA, ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

86. *Sticta limbata* (Sm.) Ach.

Foliáceo. Posee una apariencia coriácea, sorolios marginales y soredios esparcidos por su superficie superior (Galloway 1994, 1998; Sipman & al. 2008). Esta especie pertenece a un complejo de especies descritas para los Andes de Colombia con rasgos muy similares (Moncada 2012). **L3:** Proximidad laguna El Cienagón, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3130–3200 m, L. Castillo & V. Marcano 046. **TA.**

87. *Sticta orbicularis* (A. Br.) Hue. Cfr.

Foliáceo. **L3,** laguna La Grande, corticícola y muscícola, páramo, 3490–3660 m, L. Castillo & V. Marcano 109, 105. **ME, TA** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

88. *Sticta weigelii* (Isert ex Ach.) Vain.

Foliáceo. **L3:** Laguna La Grande, corticícola, páramo, 3450–3530 m, L. Castillo & V. Marcano 100. **LA, ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

Pannariaceae

89. *Erioderma sorediatum* Gallow. & Jörg.

Foliáceo. **L2:** Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3000–3100 m, L. Castillo & V. Marcano 006, 030. **ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano 1994; Marcano & al. 1996).

90. *Parmeliella nigrocincta* (Mont.) Müll. Arg.

Foliáceo. **L3:** Vía Laguna El Cienagón, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3195–3255 m, L. Castillo & V. Marcano 058. **ME, TA** (López-Figueiras 1986; Marcano 1994; Marcano & al. 1996).

91. *Parmeliella pannosa* (Sw.) Müll. Arg.

Foliáceo. **L3:** Laguna La Grande, muscícola, páramo, 3494–3550 m, L. Castillo & V. Marcano 151. **ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

Peltigeraceae

92. *Peltigera dolichorhiza* (Nyl.) Nyl.

Foliáceo. **L2,** Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 001, 010; **L3:** Vía laguna El Cienagón, húmicola, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 074; **L3:** Laguna La Grande, húmicola, 3495 m, L. Castillo & V. Marcano 111. **ME, TA** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano & al. 1996).

93. *Peltigera polydactyla* (Necker) Hoffm.

Foliáceo. Se caracteriza por la presencia de venas anastomosadas en su parte inferior, marrón oscuro y lóbulos ascendentes

acentuadamente crispados-contorsionados y escumulosos (Zúñiga & al. 2015). **L3**: Laguna La Verdosa, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3250–3310 m, L. Castillo & V. Marcano 041. **TA**.

94. **Peltigera spuria* (Ach.) DC.

Foliáceo. Presenta lóbulos aplanados ligeramente ascendentes, con márgenes enteros, superficie superior gris verdusca pálida (dependiendo de la humedad), con soralios laminares y marginales, superficie inferior blancuzca, con apotecios horizontales, discoidales, marrón rojizo (Galloway 1985; Zúñiga & al. 2015). **L3**: Laguna La Verdosa, corticícola, vegetación arbustiva, páramo, 3240 m, L. Castillo & V. Marcano 039; **L3**: Laguna La Grande, corticícola, páramo, 3500 m, L. Castillo & V. Marcano 166. **TA**.

Pertusariales
Icmadophilaceae

95. *Dibaeis baeomyces* (L.) Rambold & Hertel

Crustáceo. **L3**: Laguna El Cienagón, terrícola, subpáramo, vegetación arbustiva, 3100–3200 m, L. Castillo & V. Marcano 078. **LA, ME, TA, TR** (Gierl & Kalb 1993 como *D. fungoides*; Marcano 1994 como *Baeomyces*; Marcano & al. 1996 como *D. fungoides*; Stenroos & DePriest 1998; Platt & Spatafora 2000).

96. *Dibaeis columbina* (Vain.) Kalb & Gierl

Crustáceo. **L3**: Laguna La Ciénaga, terrícola, páramo, 3400–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 176. **ME, TA** (Gierl & Kalb 1993; Marcano & al. 1996).

97. *Thamnolia vermicularis* (Sw.) Ach. ex Schaer var. *vermicularis*

Fruticuloso. **L3**: Laguna La Grande, terrícola, páramo, 3490–3650 m, L. Castillo & V. Marcano 145. **LA, ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano 1994; Marcano & al. 1996).

Pertusariaceae

98. **Pertusaria culbersonii* Vězda

Crustáceo. **L3**: Laguna La Grande, corticícola, páramo, 3490–3500 m, L. Castillo & V. Marcano 130, 148. **ME, TA** (Marcano & al. 1996).

99. **Pertusaria tuberculifera* Nyl.

Crustáceo. **L3**: Laguna La Grande, corticícola, páramo, 3490–3550 m, L. Castillo & V. Marcano 111. **ME, TA** (Marcano & al. 1996).

Teloschistales
Teloschistaceae

100. *Teloschistes flavicans* (Sw.) Norm.

Fruticuloso. **L2**: Portachuelo, corticícola, subpáramo, vegetación arbustiva, asociada con *Usnea*, 3060 m, L. Castillo & V. Marcano 017; **L3**: Proximidad laguna El Cienagón, húmicola, páramo, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 077; **L3**: Laguna La Grande, húmicola, páramo, 3490 m, L. Castillo & V. Marcano 141. **ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986; Marcano 1994; Marcano & al. 1996).

Umbilicariales
Umbilicariaceae

101. **Umbilicaria polyphylla* (L.) Baumg.

Foliáceo. **L3**: Laguna La Grande, saxícola, páramo, 3490–3610 m, L. Castillo & V. Marcano 116. **ME, TA** (Marcano & Morales 1994b; Marcano & al. 1996).

102. **Umbilicaria calvescens* Nyl. (≡ *Umbilicaria subcalvescens* Sipman)

Foliáceo. Presenta un talo monofilo, más o menos entero, con lóbulos poco divididos, cara superior de color gris claro, lisa, a veces con sombras de color marrón más o menos oscura, cara inferior de color negra lisa, con rizinomorfos presentes en la región periférica y marginal y taloconidios, apotecios no vistos; TLC: ácidos girofórico y lecanórico. Según análisis filogenético molecular, esta especie es conspecífica a *U. subcalvescens* (Hestmark & al. 2011). **L3**: Proximidad laguna El Cienagón, saxícola, páramo, 3420 m, L. Castillo & V. Marcano 089. Presente en las regiones altas de Colombia y Venezuela. **ME, TA**. (Sipman & Topham 1992; Marcano 1994; Marcano y Morales 1994b; Marcano & al. 1996).

Basidiomycota
Agaricales
Hygrophoraceae

103. *Cora pavonia* (Webber & D. Mohr) Fr. (≡ *Dictyonema glabratum* (Spreng.) D. Hawksw.)

Foliáceo. Un análisis filogenético molecular reconoce a *Cora* como un género multiespecífico diferente a *Dictyonema Agardh ex Kunth* (Dal-Forno & al. 2013). Larcher & Vareschi (1988) advirtieron sobre la elevada variabilidad metabólica, reproductiva y fenológica dependiente de la altura que presenta esta especie en los Andes venezolanos. **L1**: Páramo La China, muscícola, bosque siempre verde, montano bajo, vegetación arbustiva, expuesto, 2130–2200 m, L. Castillo & V. Marcano 215; **L2**: Portachuelo, L. Castillo & V. Marcano 014; **L3**: Laguna El Cienagón, muscícola, expuesto, páramo, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 061; **L3**: Laguna La Ciénaga, húmicola, páramo, 3500 m, L. Castillo & V. Marcano 171; **L3**: Laguna La Grande, húmicola, páramo, 3600 m, L. Castillo & V. Marcano 115. **LA, ME, TA, TR** (Vareschi 1973; López-Figueiras 1986; Marcano 1994 como *Cora montana*; Marcano & al. 1996 como *Dictyonema glabratum*).

104. *Corella brasiliensis* Vain.

Foliáceo. **L3**: Laguna El Cienagón, corticícola, páramo, vegetación arbustiva, 3200 m, L. Castillo & V. Marcano 062; **L3**: Laguna La Grande, corticícola, páramo, vegetación arbustiva, 3500 m, L. Castillo & V. Marcano 104. **LA, ME, TA, TR** (López-Figueiras 1986 como *Corella zahlbruckneri*; Marcano & al. 1996 como *Dictyonema zahlbruckneri*; Dal-Forno & al. 2013).

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento al Instituto Nacional de Parques del estado de Táchira, Venezuela (INPARQUES) por su apoyo logístico y autorización para la realización de las colecciones durante varios años. De igual modo a Harrie Sipman del Jardín Botánico y Museo Botánico de Berlín por sus valiosos comentarios y revisión del manuscrito. Este trabajo fue realizado gracias al soporte técnico del Programa de Ciencias Espaciales de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, NASA Ames Research Center, USA y el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, México.

REFERENCIAS

- Ahti T. & Stenroos S. 1986. A revision of *Cladonia* sect. *Cocciferae* in the Venezuelan Andes. *Annales Botanici Fennici* 23: 229–238.
- Armas M., Ruiz A., Lazo R. & Kalinhoff C. 2004. Parque Nacional General Juan Pablo Peñalosa en los Paramos del Batallón y La Negra. In Rodríguez J.P., Lazo R., Solórzano L.A. & Rojas-Suarez F. (eds.), *Cartografía Digital Básica de las Áreas Naturales Protegidas de Venezuela: Parques Nacionales, Monumentos Naturales, Refugios de Fauna, Reservas de Fauna, Reservas de Biosfera*. CIET, IVIC, UNESCO, MARNR, Caracas, Venezuela, Versión 1.0 CD ROM; <http://ecosig.ivic.ve>.
- Armstrong R. 2013. The influence of environment on foliose lichen growth and its ecological significance. In Daniels J.A. (ed.), *Advances in environmental research* 29: 145–162. Nova Science, New York.
- Armstrong R.A. & Bradwell T. 2010. Growth of crustose lichens: a review. *Geografiska Annaler, Series A. Physical Geography* 92A: 3–17.
- Arup U., Ekman S., Lindblom L. & Mattson J.E. 1993. High performance thin layer chromatography, HPTLC, an advised method for screening lichen substances. *The Lichenologist* 25: 61–71.
- Ataroff M. 2003. Selvas y bosques de montaña. In Aguilera M., Azocar A. & Jiménez E.G. (eds.), *Biodiversidad en Venezuela*, Fundación Polar-FONACIT, Editorial ExLibris, pp. 762–810, Tomo II, Caracas.
- Azócar A. & Fariñas M. 2003. Páramos. In Aguilera M., Azócar A. & Jiménez E.G. (eds.), *Biodiversidad en Venezuela*: 716–733, Tomo II. Fundación Polar-FONACIT, Editorial ExLibris, Caracas.
- Blanco A., Crespo A., Divakar P.A., Elix J.A. & Lumbsch H.T. 2005. Molecular phylogeny of parmotreoid lichens (Ascomycota, Parmeliaceae). *Mycologia* 97: 150–159.
- Boekhout T. 1982. Studies on Colombian cryptogams XVIII the genus *Stereocaulon* (Schreber) Hoffmann (Lichens). *Journal of Hattori Botanical Laboratory* 53: 483–511.
- Cáceres M.S., Lücking R. & Rambold G. 2007. Phorophyte specificity and environmental parameters versus stochasticity as determinants for species composition of corticolous crustose lichen communities in the Atlantic rain forest of northeastern Brazil. *Mycological Progress* 6: 117–136.
- Canziani O.F. & Díaz S. 1998. Latin America. In Watson R.T., Zinyowera M.C., Moss R.H. & Dokken D.J. (eds.), *The Regional Impacts of Climate Change*: 197–230. IPCC, Cambridge University Press, United Kingdom.
- Chardon C. & Toro R. 1934. Mycological Explorations of Venezuela. *Monographs of the University of Puerto Rico, Physical and Biological Sciences*, ser. B. 2 (1): 1–134.
- Clubbe C. 1996. Threats to biodiversity. In Blackmore R. & Reddish A. (eds.), *Global environmental issues*: 67–89. Hodder and Stoughton, London.
- Crespo A., Kauff F., Divakar P.K., del Prado R., Pérez-Ortega S., de Paz G.A., Ferencova Z., Blanco O., Roca-Valiente B., Núñez-Zapata J., Cubas P., Argüello A., Elix J.A., Esslinger T., Hawksworth D.L., Millanes A., Molina M.C., Wedin M., Ahti T., Aptroot A., Barreno E., Bungartz F., Calvelo S., Candan M., Cole M., Ertz D., Goffinet B., Lindblom L., Lücking R., Lutzoni F., Mattsson J.E., Messuti M.I., Miadlikowska J., Piercey-Normore M., Rico V.J., Sipman H.J.M., Schmitt I., Spribille T., Thell A., Thor G., Upreti D.K. & Lumbsch H.T. 2010. Phylogenetic generic classification of parmelioid lichens (Parmeliaceae, Ascomycota) based on molecular, morphological and chemical evidence. *Taxon* 59: 1735–1753.
- Culberson W.L. & Culberson C.F. 1981. The genera *Cetrariastrum* and *Concamerella* (Parmeliaceae): A chemosystematic synopsis. *The Bryologist* 84: 273–314.
- Dal-Forno M., Lawrey J.D. & Lücking R. 2013. Starting from scratch: Evolution of the lichen thallus in the basidiolichen *Dictyonema* (Agaricales: Hygrophoraceae). *Fungal Biology* 117: 584–598.
- Divakar P.K., Crespo A., Blanco O. & Lumbsch H.T. 2006. Phylogenetic significance of morphological characters in the tropical *Hypotrachyna* clade of parmelioid lichens (Parmeliaceae, Ascomycota). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 40: 448–458.
- Divakar P.K., Lumbsch H.T., Ferencova Z., Del Prado R. & Crespo A. 2010. *Remototrachyna*, a newly recognized tropical lineage of lichens in the *Hypotrachyna* clade (Parmeliaceae, Ascomycota), originated in the Indian subcontinent. *American Journal of Botany* 97: 579–590.
- Divakar P.K., Crespo A., Zapata K., Flakus A., Sipman H.J.M., Elix J. & Lumbsch H.T. 2013. A molecular perspective on generic concepts in the *Hypotrachyna* clade (Parmeliaceae, Ascomycota). *Phytotaxa* 132: 21–38.
- Dodge C.W. & Vareschi V. 1956. Resultados liquenológicos de excursiones efectuadas en Venezuela. Núm. 1. *Acta Botanica Venezuelica* 2: 1–11.
- Esslinger T.L. 1989. Systematics of *Oropogon* (Alectoriaceae) in the New World. *Systematic Botany Monographs* 28: 1–111.
- Ferwerda F. 1987. *The influence of potato cultivation on the natural bunchgrass paramo in the Colombian Cordillera Oriental*. Informe 220, Laboratorio Hugo de Vries, Universidad de Amsterdam.
- Feuerer T. & Hawksworth D.L. 2007. Biodiversity of lichens, including a worldwide analysis of checklist data based on Takhtajan's floristic regions. *Biodiversity and Conservation* 16: 85–98.
- Flores-García M.E., Balza-Quintero A., Benítez P. & Miranda-Contreras L. 2011. Pesticide residues in drinking water of an agricultural community in the state of Mérida, Venezuela. *Revista de Investigación Clínica* 52: 295–311.
- Galloway D.J. 1985. *Flora of New Zealand Lichens*. P.D. Hasselberg, Government Printer, Wellington.
- Galloway D.J. 1994. Studies on the genus *Sticta* (Schreber) Ach.: I. Southern South American species. *The Lichenologist* 25: 223–282.
- Galloway D.J. 1998. Studies on the lichen genus *Sticta* (Schreber) Ach.: V. Australian species *Tropical Bryology* 15: 117–160.
- García-Mora N. 2004. *Desarrollo e implementación de un sistema experto para la predicción del clima asociado a posibles escenarios ambientales en el Parque Sierra Nevada de Mérida*. Tesis de Grado, Universidad de Los Andes, Mérida.
- Gierl C. & Kalb K. 1993. Die Flechtengattung *Dibaeis*. Eine Übersicht über die rusafruchtigen Arten von *Baeomyces* sens. lat. Nebst Anmerkungen zu *Phyllobaeis* gen. nov. *Herzogia* 9: 593–645.
- Gonzales de Juana C., Iturralde de Arozena J.M. & Picard Cadillat X. 1980. *Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas*: 1–407, Tomo I. Editorial FONINVEST, Graficas Armitano, Caracas.
- Hale M.E. 1974. Notes on species of *Parmotrema* (Lichens: Parmeliaceae) containing yellow pigments. *Mycotaxon* 1: 105–116.
- Hale M.E. 1975. A monograph of the lichen genus *Hypotrachyna* (Parmeliaceae) in tropical America. *Smithsonian Contribution to Botany* 25: 1–73.
- Hale M.E. 1990. A synopsis of the lichen genus *Xanthoparmelia* (Vainio) Hale (Ascomycotina, Parmeliaceae). *Smithsonian Contributions to Botany* 74: 1–250.
- Hertel H. 1971. Über holarktische Krustenflechten aus den venezuelanischen Anden. *Willdenowia* 6: 225–272.
- Hestmark G., Mladlikowska J., Kauff F., Fraker E. Molnar K. & Lutzoni F. 2011. Single origin and subsequent diversification of central Andean endemic *Umbilicaria* species. *Mycologia* 103: 45–56.
- Hill F.J. 1981. The growth of lichens with special reference to the modelling of circular thalli. *The Lichenologist* 13: 265–287.
- Houghton J.T., Ding Y., Griggs D. J., Noguer M., van der Linden P.J., Dai X., Maskell K. & Johnson C.A. 2001. *Climate Change 2001: the scientific basis*. Cambridge Univ. Press. Cambridge.
- Huber O. & Alarcón C. 1988. *Mapa de Vegetación de Venezuela*. Escala 1:2.000.000, M.A.R.N.R. y The Nature Conservancy, Caracas.

- Jornelli V., Grancher D., Naveau P., Cooley D. & Brunstein D. 2007. Assessment study of lichenometric methods for dating surfaces. *Geomorphology* 86: 131–143.
- Kauppi M. & Verseghy-Patay K. 1990. Determination of the distribution of lichen substances in the thallus by fluorescence microscopy. *Annales Botanici Fennici* 27: 189–202.
- Kukwa M., Bach K., Sipman H.J.M. & Flakus A. 2012. Thirty-six species of the lichen genus *Parmotrema* (Lecanorales, Ascomycota) new to Bolivia. *Polish Botanical Journal* 57: 243–257.
- Lamb I.M. 1978. Keys to the species of the lichen genus *Stereocaulon* (Schreb.) Hoffm. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 44: 209–250.
- Larcher W. & Vareschi V. 1988. Variation in morphology and functional traits of *Dictyonema glabratum* from contrasting habitats in the Venezuelan Andes. *The Lichenologist* 20: 269–277.
- López-Figueiras M. 1986. *Censo de Macrolíquenes de los Estados Falcón, Lara, Mérida, Táchira y Trujillo*. Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Mérida.
- Lücking R., Hodkinson B.P. & Leavitt S.D. 2016. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera. *The Bryologist* 119: 361–416.
- Lumbsch H.T. & al. (103 autores) 2011. One hundred new species of lichenized fungi: a signature of undiscovered global diversity. *Phytotaxa* 18: 1–127.
- Marcano V. 1994. *Introduction to the Study of the Lichens from the Venezuelan Andes*. Koeltz Scientific Books, Stuttgart, Germany.
- Marcano V. 2003. Líquenes. In Aguilera, M., Azócar, A. & Jiménez, E.G. (eds.), *Biodiversidad en Venezuela*: 104–120, Tomo I. Fundación Polar-FONACIT, Editorial ExLibris, Caracas.
- Marcano V. & Morales A. 1994a. El género *Alectoria* Ach. (Ascomycetes liquenizados) en los Andes venezolanos. *Ernstia* 4: 89–100.
- Marcano, V. & Morales, A. 1994b. Revisión del género *Umbilicaria* (Ascomycetes Liquenizados) en Venezuela. *Ernstia* 4: 21–35.
- Marcano V. & Morales A. 1994c. New species of *Ramalina* from Venezuela. *The Bryologist* 97: 26–33.
- Marcano V., Morales A., Mohali S., Galiz L. & Palacios-Prü E. 1995a. El género *Coccocarpia* (Ascomycetes liquenizados) en Venezuela. *Tropical Bryology* 10: 215–227.
- Marcano V., Galiz L., Palacios-Prü E., Mohali S. y Morales A. 1995b. *Stereocaulon follmannii* Marcano, Morales et Galiz (Stereocaulaceae, Lecanorales), a new species from the Venezuelan Amazonas. In Daniels F.J.A., Schulz M. & Peine J. (eds.), *Flechten Follmann. Contributions to lichenology in honour of Gerhard Follmann*: 273–280. Published by the Geobotanical and Phytotaxonomical study group, Botanical Institute, University of Cologne, Cologne.
- Marcano V., Morales A., Sipman H.J.M. & Calderón L. 1996. A first checklist of the lichen forming fungi of the Venezuelan Andes. *Tropical Bryology* 12: 193–235.
- Marcano V., Galiz L., Mohali S., Morales A. & Palacios-Prü E. 1997a. Revisión del género *Leprocaulon* Nyl. ex Lamy (Lichenes Imperfecti) en Venezuela. *Tropical Bryology* 13: 47–56.
- Marcano V., Palacios-Prü E. & Mohali S. 1997b. Scanning electron microscopy study of the lower surface in *Rimelia cetrata* (Ach.) Hale y Fletcher (Lichenized Ascomycetes, Parmeliaceae) from the Venezuelan Andes and observations on water loss. *Lichens* 1: 19–31.
- Marcano V., Morales A. & Rodríguez V. 1999. Occurrence of usnic acid in *Usnea laevis* Nylander (Lichenized Ascomycetes) from the Venezuelan Andes. *Journal of Ethnopharmacology* 66: 343–346.
- Marcano V., Balza A., García N., Navarro-González R., McKay C., Davis W., Mendoza R. & Palacios E. 2003. Tropical Andean ecosystems as models for extrasolar and solar planetary complex habitats. Proceedings from the 13th International Conference on the Origin of Life Oaxaca, Mexico. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere Journal* 33: 243–312.
- Marcano V., Balza A., García N., Navarro-González R., McKay C., Davis W., Mendoza R. & Palacios E. 2009a. Tropical Andean ecosystems as models for understanding of complex photoautotrophic life in Earth-like planetary habitats. *Revista de Ecología Latinoamericana* 14: 1–13.
- Marcano V., Balza A., García N., Navarro-González R., McKay C., Davis W., Mendoza R. & Palacios E. 2009b. Elevation effects on the nitrate and ammonium availability in the Sierra Nevada de Mérida, Venezuelan Andes. *Revista de Ecología Latinoamericana* 14: 1–15.
- Marcano V., Rojas A., Balza A., Díaz R. & Pérez R. 2010a. Pigmentation as an UV-screening strategy of lichenized fungi from the tropical Andes and its possible role on planetary surfaces. In Columbus, F. (ed.), *Photobiology: Principles, Effects and Applications*: 159–178. Nova Science Publishers, New York.
- Marcano V., Rojas A., Balza A., Díaz R. & Pérez R. 2010b. Pigmentation as an UV-screening strategy of lichenized fungi from the tropical Andes and its possible role on the early Earth. *Ernstia* 20: 21–46.
- Matthews J.A. & Trenbith H.E. 2010. Growth rate of a very large crustose lichen (*Rhizocarpon* subgenus) and its implications for lichenometry. *Geografiska Annaler, Series A. Physical Geography* 92: 27–39.
- McCune B., Dey J., Peck J., Cassell D., Heiman K., Will-Wolf S. & Neitlich P. 1997. Repeatability of community data: species richness versus gradient scores in large-scale lichen studies. *The Bryologist* 100: 40–46.
- Moberg R. 1990. The lichen genus *Physcia* in central and South America. *Nordic Journal of Botany* 10: 319–342.
- Molau U. 2004. Mountain biodiversity patterns at low and high latitudes. *Ambio Species Reports* 13: 24–28.
- Moncada J.A., Pellegrini N. & Aranguren J. 2013. Los humedales altoandinos venezolanos como espacios naturales: significados para la comunidad local. *Multiciencias* 13: 345–354.
- Moncada L.B. 2012. *El género Sticta (Schreb.) Ach. en Colombia: Taxonomía, Ecogeografía e Importancia*. Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de Doctora en Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Bogotá D.C.
- Morales A. & Marcano V. 1992. Chemical compounds of *Ramalina* from Western Venezuela: 61–62. *Proceedings of the Second International Lichenological Symposium IAL 2*, Båstad, Sweden.
- Nash III T.H. 1996. *Lichen Biology*, 2nd Edn., Cambridge University Press, New York.
- Nash III T.H., Gries C. & Elix J.A. 1995. A revisión of the genus lichen *Xanthoparmelia* in South America. *Bibliotheca Lichenologica* 56: 1–158.
- Neuwirth G. 2007. Follicolous lichens from Venezuela with new and remarkable records. *Herzogia* 20: 319–326.
- Neuwirth G. 2008. Further studies on lichens from Venezuela with new and interesting records. *Herzogia* 21: 147–156.
- Notov A.A. 2010. Modus of the structural evolution of the lichens fruticose growth form. In Savinykh N.P. & Bobrov Y.A. (eds) *Biological types of C. Raunkiaer and modern botany: Materials of the all-Russian scientific conference*: 241–247. Kirov University Press, Kirov (En Ruso).
- Notov A.A. 2014. Fruticose lichens: structural diversity, taxonomic characteristics and evolution. *Wulfenia* 21: 21–31.
- Orange A., James P.W. & White F.J. 2001. *Microchemical Methods for the Identification of Lichens*. British Lichen Society, London.
- Otálora M.A.G., Jørgensen P.M. & Wedin M. 2014. A revised generic classification of the jelly lichens, Collemataceae. *Fungal Diversity* 64: 275–293.

- Pimm S.L., Russell G.J., Gittleman J.L. & Brooks T.M. 1995. The future of biodiversity. *Science* 269: 347–350.
- Platt J.L. & Spatafora J.W. 2000. A re-examination of generic concepts of Baeomycetoid lichens base on phylogenetic analyses of nuclear ssu and lsu ribosomal DNA. *The Lichenologist* 31: 409–418.
- Purvis O.W., Coppins B.J., Hawksworth D.L., James P.W. & Moore D.M. 1992. *The Lichen Flora of Great Britain and Ireland*. Natural History Museum Publications, in association with The British Lichen Society, London.
- Ramhold G. 2020. LIAS: Global Information System for lichenized and Non-lichenized Ascomycetes (versión Dec. 2015). In Roskov Y., Ower G., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., Nieukerken E. van & Penev L. (eds.), *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life [2020-01-10] Beta*. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000, Naturalis, Leiden, The Netherlands.
- Rincón-Espitia A. & Mateus N. 2013. Morphological and anatomical characterization of the genus *Stereocaulon* Hoffmann (Lichenized Ascomycetes) in Colombia. *Caldasia* 35: 241–260.
- Rogers W. 1990. Ecological strategies of lichens. *The Lichenologist* 22: 149–162.
- Sipman H.J.M. 1992. Results of lichenological and bryological exploration of Cerro Guaiquinima (Guayana Highland, Venezuela). *Tropical Bryology* 6: 1–31.
- Sipman H.J.M. 1995. Preliminary review of the lichen biodiversity of the Colombian montane forests. In Churchill S.P. (ed.), *Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests*: 313–320. The New York Botanical Garden, New York.
- Sipman H.J.M. 1999. Checklist of Páramo plants - Lichens. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 84: 41–53.
- Sipman H.J.M. 2002a. The significance of the Northern Andes for lichens. *The Botanical Review* 68: 88–99.
- Sipman H.J.M. 2002b. Key to the *Stereocaulon* species in the Neotropics, 27 August. Website: <http://www.bgbm.org/sipman/keys/Neostereo.htm> [accessed: 27 May 2020].
- Sipman H.J.M. & Harris R.C. 1989. Lichens. In Lieth H. & Werger M.J.A. (eds.), *Tropical Rain Forest Ecosystems*: 303–309. Elsevier Science, Amsterdam.
- Sipman H.J.M. & Topham P. 1992. The genus *Umbilicaria* (lichenized ascomycetes) in Colombia. *Nova Hedwigia* 54: 63–75.
- Sipman H.J.M., Hekking, W. & Aguirre J. 2008. Checklist of Lichenized and Lichenicolous Fungi from Colombia. *Biblioteca José Jerónimo Triana* 20: 1–242. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Soto-Medina E., Lücking R. & Bolaños-Rojas A. 2012. Especificidad de forófito y preferencias microambientales de los líquenes cortícolas en cinco forófitos del bosque premontano de finca Zingara, Cali, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 60: 843–856.
- Soto-Medina E., Prieto M. & Wedin M. 2018. A new *Bunodophoron* species (Sphaerophoraceae, Lecanorales) from the Neotropics. *The Lichenologist* 50: 255–266.
- Stenroos S.K. 1989. Taxonomic revision of the *Cladonia miniata* group. *Annales Botanici Fennici* 26: 237–261.
- Stenroos S.K. & DePriest P.T. 1998. SSU rDNA phylogeny of cladoniform lichens. *American Journal of Botany* 85: 1548–1559.
- Stenroos S., Hyvönen J., Myllys L., Thell A. & Ahti T. 2002. Phylogeny of the genus *Cladonia* s. lat. (Cladoniaceae, Ascomycetes) inferred from molecular, morphological, and chemical data. *Cladistics* 18: 237–278.
- Stocker T.F., Qin D., Plattner G.K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V. & Midgley P.M. 2013. *Climate change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: 1–1535. Cambridge University Press, Cambridge and New York.
- Swinscow D.V. & Krog H. 1988. *Macrolichens of East Africa*. British Museum (Natural History), London.
- Thomas C.D., Cameron A. & Green R.E. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145–148.
- Vareschi V. 1970. Lichenometrische Beiträge zu Eiszeitprobleme in den Anden. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 4: 81–88.
- Vareschi V. 1973. Resultados liquenológicos de excursiones efectuadas en Venezuela. Núm. 3. Catálogo de los líquenes de Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica* 8: 177–245.
- Vareschi V. 2001. El género *Usnea* en Venezuela. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela* 61: 9–63.
- Vries B.G. de & Sipman H.J.M. 1984. Studies on Colombian cryptogams XXI. The lichen genus *Baeomyces* in Colombia and Venezuela. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, C*, 87: 235–246.
- Wedin M. 1995a. The lichen family Sphaerophoraceae (Caliciales, Ascomycotina) in temperate areas of the Southern Hemisphere. *Symbolae Botanicae Upsaliensis* 31: 1–102.
- Wedin M. 1995b. *Bunodophoron melanocarpum*, comb. nov. (Sphaerophoraceae, Caliciales s. lat.). *Mycotaxon* 55: 383–384.
- White F.J. & James P.W. 1985. A new guide to microchemical techniques for the identification of lichen substances. *British Lichen Society Bulletin* 57 (Suppl.): 1–41.
- Wolf J.H.D. 1993a. *Ecology of epiphytes and epiphyte communities in montane rain forests, Colombia*. Trabajo de Grado, University of Amsterdam.
- Wolf J.H.D. 1993b. Diversity patterns and biomass of epiphytic bryophytes and lichens along an altitudinal gradient in the northern Andes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 923–960.
- Woodruff D.S. 2001. Declines of biomes and biotas and the future of evolution. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences* 98: 5471–5476.
- Zúñiga C., Leiva D., Ramírez-Fernández L., Carú M., Yahr R., & Orlando J. 2015. Phylogenetic diversity of *Peltigera* cyanolichens and their photobionts in southern Chile and Antarctica. *Microbes and Environments* 30: 172–179.