

DIVERSIDAD DE BRIOFITAS DE BOLIVIA: UNA VISIÓN GENERAL

Claudia Aldana^{1*}, Ninel Sanjinés¹ & Steven P. Churchill²

¹ Herbario Nacional de Bolivia, Campus Universitario Calle 27 s/n Cota Cota, Casilla 10077, Correo Central, La Paz, Bolivia. ²Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Av. Irala 565, Casilla No. 2489, Santa Cruz, Bolivia y ²Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO, 63166-0299 USA

*Autor para correspondencia: aldana_clau@yahoo.com

RESUMEN

Se presentan los resultados preliminares del Catálogo de briofitas (musgos, hepáticas y antoceros) de Bolivia, un documento que sintetiza el conocimiento actual de las briofitas del país. Se aceptan un total 1.389 especies de briofitas, 385 géneros y 106 familias. Las hepáticas están representadas por 477 especies, 110 géneros y 35 familias. Las cinco familias más diversas de hepáticas son Lejeuneaceae (138 especies), Plagiochilaceae (56), Frullaniaceae (45), Lepidoziaceae (32) y Metzgeriaceae (29). Los cinco géneros con mayor número de especies incluyen *Plagiochila* (55 especies), *Frullania* (45), *Metzgeria* (29), *Radula* (22) y *Lejeunea* (18). Los Antoceros tienen 4 especies, 3 géneros y 2 familias. Los musgos están representados por 908 especies, 272 géneros y 69 familias. Las cinco familias más diversas de musgos son Pottiaceae (110 especies), Bryaceae (101), Dicranaceae (85), Pilotrichaceae (50) y Bartramiaceae (47). Los cinco géneros más diversos incluyen: *Campylopus* (41 especies), *Fissidens* (38), *Bryum* (35), *Syntrichia* (23) y *Sphagnum* (19). La ecorregión con mayor diversidad de hepáticas (410 especies) y musgos (630 especies) es Yungas, seguida de la Puna para musgos (385) y del Bosque Tucumano-Boliviano para hepáticas (92). La zona de elevación con mayor número de especies de briofitas está comprendida entre 1.500 y 2.500 m, con un pico de 1.500 a 2.000 m para las hepáticas (194 especies) y de 2.000 a 2.500 m para los musgos (382 especies). El sustrato más común entre los musgos es el suelo (471 especies), seguido por las rocas (463); mientras que entre las hepáticas son más frecuentes las epífitas (226) y aquellas que habitan sobre las rocas (141).

Palabras clave: briofitas, diversidad, distribución, Bolivia.

INTRODUCCIÓN

La riqueza de briofitas de Bolivia es una de las razones por la cual el país está considerado entre los 10 y 15 países con mayor biodiversidad del mundo (Ibisch *et al.* 2003). La importancia de las briofitas no sólo radica en su elevada diversidad; también es el grupo más numeroso de plantas (hepáticas y musgos) responsable de la conservación y mantenimiento del agua y el suelo, principalmente en la Puna húmeda y el bosque montano, debido a que las briofitas interceptan importantes porcentajes del agua de lluvia que evitan la erosión (Gradstein & Pócs 1989, Churchill *et al.* 1995).

Gracias a su ubicación geográfica en Sudamérica y la presencia de los Andes, Bolivia es uno de los países con mayor diversidad de ecorregiones (Ibisch *et al.* 2003). En el país convergen, por ejemplo, la región sur del bosque montano de Yungas, la porción suroeste del bosque amazónico, más de la

mitad del Bosque Tucumano-Boliviano, el bosque chiquitano, la región norte del bosque del Chaco y los tres principales tipos de Puna (seca, semi-húmeda y húmeda). Esta condición permite que el país albergue cerca del 10% de los musgos estimados para el mundo y el 60% de los registros para los Andes tropicales (Churchill 2007).

Los datos presentados en este documento provienen principalmente de las colecciones de briofitas de los herbarios BOLV (Cochabamba), HSB (Chuquisaca), LPB (La Paz) y USZ (Santa Cruz). Información complementaria fue obtenida de la base de datos de Tropicos (<http://www.tropicos.org/>) y literatura taxonómica reciente.

Se presentan los resultados preliminares del Catálogo de Briofitas (Musgos, Hepáticas y Antoceros) de Bolivia, un documento que sintetiza el conocimiento actual de las briofitas del país y brinda un análisis de variables ecológicas (Churchill *et al.*, en prep.).

COLECTORES Y COLECCIONES

Históricamente, como en la mayoría de los países neotropicales, los primeros colectores eran naturalistas, seguidos más adelante por botánicos aficionados o profesionales (Churchill 2003). El primer colector de briofitas en Bolivia fue Alcide Charles Dessalín d'Orbigny (1830-1833). Lewis (1990) destaca los trabajos de Henry Rusby (1885-1887), Filiberto Germain (1889), Robert Statham Williams (1901-1902) y Theodor Herzog (1907-1908, 1910-1911) como los más importantes de fines del siglo 19 y principios del siglo 20. La fase histórica 1830 – 1975 incluye un total de 27 colectores y alrededor de 5.000 colecciones.

La fase moderna está marcada por las colecciones realizadas por Marko Lewis (1979-1991). Lewis colectó el mayor número de briofitas en todos los departamentos de Bolivia con excepción de Pando. Éstas fueron las primeras colecciones que permanecieron dentro del país. Durante la misma época, Stephan (Rob) Gradstein y, posteriormente, otros colegas fueron los primeros colectores modernos de hepáticas. Desde 2001 Steven Churchill reside en Santa Cruz, llevando a cabo colectas de briofitas junto a un reducido grupo de estudiantes. Actualmente hay aproximadamente 116 personas que han colectado briofitas en Bolivia (46 bolivianos y 70 extranjeros). Desde 2001 al presente los colectores bolivianos han contribuido con más de 7.100 colecciones de 761 localidades de todos los departamentos. Entre los colectores bolivianos más destacados se encuentra Alfredo Fuentes. Los herbarios de Bolivia que contienen colecciones de briofitas incluyen: BOLV, HSB, LPB y USZ.

Estimamos que el número total de colecciones originales de briofitas realizadas desde 1830 al presente alcanza 36.000. El sitio de internet del Missouri Botanical Garden Tropicos (<http://www.tropicos.org/>) proporcionó a principios de 2009 datos de más de 18.000 colecciones.

PUBLICACIONES

La primera publicación importante sobre hepáticas fue realizada por Richard Spruce (1890) en base a las colecciones de Rusby. Las publicaciones para musgos, que describen muchas nuevas especies para Bolivia, incluyen, entre otras, a Montagne (1839), Britton (1896), Müller (1897), Williams (1903, 1909) y Herzog (1909[1910], 1910, 1916, 1920). El tratamiento más importante para las briofitas bolivianas fue publicado por Herzog (1916), e incluye el tratamiento de hepáticas de Stephani. En este volumen

son ilustradas muchas especies nuevas, y Herzog discute aspectos acerca de ecología y geografía, además de listas de varias localidades donde él colectó. Los catálogos más recientes fueron realizados por Hermann (1976) para musgos y por Gradstein *et al.* (2003) para hepáticas y antoceros.

Las publicaciones florísticas recientes que proveen nuevos registros o catálogos para briofitas de Bolivia incluyen a Fuentes & Muñoz (2002), Churchill & Fuentes (2004, 2005), Fuentes & Churchill (2005), Cano *et al.* (2008) y Churchill *et al.* (2008).

Los primeros estudiantes en realizar tesis de grado sobre briofitas fueron Marcos Decker (2004), Ninel Sanjines (2004), Reinaldo Lozano (2005), Claudia Aldana (2008) y Faviana Mogro (2008)

DIVERSIDAD

El número de especies aceptadas para Bolivia es de 1.391 especies, las que se distribuyen en 385 géneros y 106 familias (Tabla 1). Se estima que el número de briofitas endémicas alcanza 78 especies (16 hepáticas y 62 musgos). El número de especies excluidas, en base al estado taxonómico desconocido o a reportes dudosos, es de 525 (219 hepáticas, 1 antocero y 325 musgos).

Las hepáticas están representadas por 477 especies distribuidas en 110 géneros y 35 familias. Las diez familias más diversas de hepáticas (Tabla 2) agrupan el 83% (397 especies) de las hepáticas conocidas para Bolivia. La familia Lejeuneaceae es, lejos del resto, la más diversa tanto para especies (138) como para géneros (40). Esta es la familia más diversa de los trópicos. Los diez géneros más numerosos (Tabla 2) reúnen al 51% del total de especies de hepáticas (477).

Tabla 1. Diversidad de briofitas de Bolivia

Taxon (phylum)	Familias	Géneros	Especies
Hepáticas	35	110	477
Antoceros	2	3	4
Musgos	69	272	910
Total	106	385	1391

Tabla 2. Las 10 familias y géneros más diversos de hepáticas de Bolivia.

Familia	No. especies	Género	No. especies
Lejeuneaceae	138	<i>Plagiochila</i> (Plagiochilaceae)	66
Plagiochilaceae	57	<i>Frullania</i> (Frullaniaceae)	45
Frullaniaceae	45	<i>Metzgeria</i> (Metzgeriaceae)	29
Lepidoziaceae	32	<i>Radula</i> (Radulaceae)	22
Metzgeriaceae	29	<i>Lejeunea</i> (Lejeuneaceae)	18
Jungermanniaceae	23	<i>Riccardia</i> (Aneuraceae)	16
Lophocoleaceae	22	<i>Bazzania</i> (Lepidoziaceae)	13
Radulaceae	22	<i>Chiloscyphus</i> (Lophocoleaceae)	13
Aneuraceae	17	<i>Cheilolejeunea</i> (Lejeuneaceae)	11
Pallaviciniaceae	12	<i>Lepidozia</i> (Lepidoziaceae)	11
TOTAL	397		244

Los antoceros son el grupo más reducido; están representados por cuatro especies distribuidas en tres géneros y dos familias.

Los musgos están representados por 910 especies distribuidas en 272 géneros y 69 familias. Las diez familias más diversas de musgos (Tabla 3) constituyen el 61% (559 especies) del total de especies de musgos. La familia Pottiaceae, al igual que Lejeuneaceae, es la más diversa tanto para especies como para géneros (32). Los diez géneros más diversos (Tabla 3) agrupan al 26% del total de especies de musgos registradas para el país.

Tabla 3. Las 10 familias y géneros más diversos de musgos de Bolivia.

Familia	No. especies	Género	No. especies
Pottiaceae	109	<i>Campylopus</i> (Dicranaceae)	41
Bryaceae	100	<i>Fissidens</i> (Fissidentaceae)	38
Dicranaceae	85	<i>Bryum</i> (Bryaceae)	34
Pilotrichaceae	50	<i>Syntrichia</i> (Pottiaceae)	24
Bartramiaceae	47	<i>Sphagnum</i> (Sphagnaceae)	19
Fissidentaceae	38	<i>Schizymenium</i> (Bryaceae)	18
Brachytheciaceae	35	<i>Breutelia</i> (Bartramiaceae)	17
Grimmiaceae	35	<i>Zygodon</i> (Orthotrichaceae)	17
Sematophyllaceae	31	<i>Grimmia</i> (Grimmiaceae)	15
Orthotrichaceae	29	<i>Leptodontium</i> (Pottiaceae)	15
Total	559		238

DIVISIÓN POLÍTICA Y DIVERSIDAD

Los departamentos con mayor diversidad de briofitas son La Paz, Cochabamba y Santa Cruz (Tabla 4). En orden descendente le siguen Chuquisaca, Tarija, Beni, Potosí, Oruro y Pando. Los principales factores relacionados con la elevada diversidad presente en un departamento son los tipos de vegetación y el relieve topográfico. Así, los departamentos con vegetación de bosque montano y

Tabla 4. Número de especies de briofitas en los nueve departamentos de Bolivia.

Departamento	Hepáticas	Antoceros	Musgos	Briofitas
Beni	68	0	59	127
Chuquisaca	52	0	240	292
Cochabamba	254	2	502	758
La Paz	311	1	649	961
Oruro	0	0	54	54
Pando	5	1	35	41
Potosí	6	0	66	72
Santa Cruz	184	2	444	630
Tarija	62	0	223	285

puna son los más diversos, mientras que los departamentos con predominancia de tierras bajas como Pando tienen menor diversidad. Otro factor importante que debe considerarse es el factor histórico. Por ejemplo, muchos más colectores han realizado mayor número de colectas en La Paz en comparación con Cochabamba. Este último departamento probablemente contiene similar o mayor número de briofitas.

VEGETACIÓN Y DIVERSIDAD

Nueve tipos de vegetación son reconocidos para el análisis de diversidad de briofitas (Tabla 5). Ésta es una modificación de la clasificación presentada por Ibisch *et al.* (2003). La región andina concentra la mayor diversidad de briofitas del país. La diversidad de briofitas para el bosque montano andino es más elevada en los Yungas, zona que concentra la mayor diversidad de plantas y que abarca sólo el 4% del territorio nacional (Ibisch *et al.* 2003). El segundo tipo de vegetación más diverso es el Bosque Tucumano-Boliviano, mientras que los valles secos interandinos exhiben la menor diversidad en la región andina. El Chaco Serrano (*sensu* Ibisch *et al.* 2003), probablemente menos que los valles secos interandinos, requiere mayores esfuerzos de muestreo para inventariar la diversidad. La diversidad de briofitas en las tierras bajas exhibe un patrón asociado con la vegetación y la precipitación. La mayor riqueza de especies allí está presente en el bosque amazónico, seguido por el bosque chiquitano y finalmente la región del Chaco.

Cabe recalcar que todos los tipos de vegetación contribuyen a la elevada diversidad de briofitas de Bolivia.

Tabla 5. Número de especies de briofitas en nueve zonas de vegetación reconocidas para Bolivia.

Vegetación	Hepáticas	Antoceros	Musgos	Briofitas
Puna	58	0	327	385
Yungas*	410	3	630	1043
Tucumano-Boliviano*	92	1	273	366
Valles secos	5	0	58	63
Chaco Serrano	0	0	19	19
Amazonia	64	1	135	200
Chiquitania	14	0	96	110
Pantanal	2	0	1	3
Chaco	1	0	29	30

* = bosque montano

ELEVACIÓN Y DIVERSIDAD

La diversidad de briofitas, como en otros grupos de plantas, varía con la elevación (Churchill 1991, León-Yáñez *et al.* 2006). La mayor riqueza de especies de musgos y hepáticas se encuentra entre 1500 y 2500 m (Fig. 1), lo que corresponde al bosque montano. Los musgos exhiben su mayor diversidad entre 2000 y 2500 m (382 especies). La segunda zona de elevación más diversa está comprendida entre 2500 y 3000 m (360); le sigue la zona de elevación entre 3000 y 3500 m (344). Las hepáticas

son más diversas entre 1500 y 2000 m (194 especies); el segundo lugar en diversidad lo comparten las zonas de elevación entre 2000 y 2500 m (181), y entre 2500 y 3000 m (182).

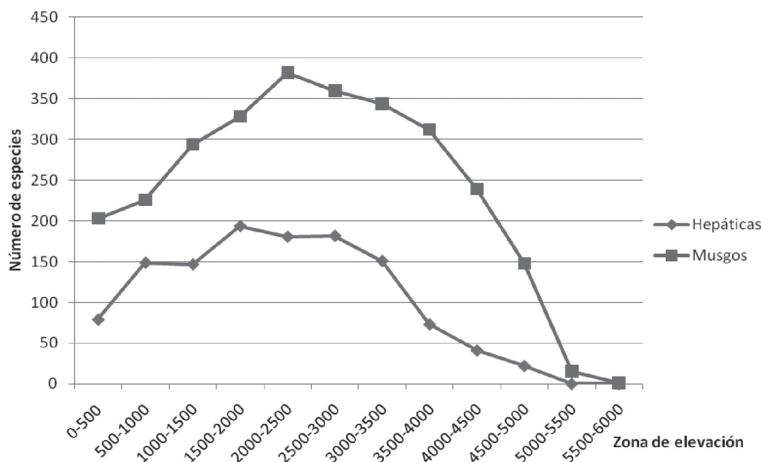


Fig. 1. Número de especies de briofitas por zona de elevación.

SUSTRATOS Y ECOLOGÍA

En general hay mayor número de especies de briofitas epífitas (Tabla 6). El suelo y las rocas son otros sustratos comunes para este grupo de plantas. Entre los musgos el sustrato más común es el suelo. Las rocas son otro sustrato frecuente. El tercer grupo lo forman los musgos epífitos. Las hepáticas epífitas son más diversas que aquellas que crecen sobre roca y suelo. Es importante mencionar que algunas especies de briofitas pueden crecer sobre más de un tipo de sustrato. Hasta el momento los antoceros sólo han sido hallados sobre suelo.

Tabla 6. Número de especies de briofitas de Bolivia encontradas en sustratos específicos.

Sustrato	Hepáticas	Antoceros	Musgos	Briofitas
Roca	141	0	463	604
Suelo	136	3	471	610
Hojarasca	34	0	42	76
Troncos en descomposición	58	0	208	266
Epífito	226	0	393	619
Epífilo	21	0	6	27
Acuática/semiacuática	31	0	119	150

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo de los herbarios BOLV, HSB, LPB, MO, USZ, y a sus directores, por su cooperación. El trabajo de campo para recopilar información fue financiado, en parte, por becas de Taylor Fund for Ecological Research a través de Missouri Botanical Garden. El proyecto general, Musgos de Bolivia, ha sido financiado por becas de National Science Foundation (DEB-9626747 y DEB-0542422) a través de Missouri Botanical Garden; esta beca de NSF ha hecho posible trabajo de campo, entrenamiento y desarrollo de infraestructura de los herbarios bolivianos.

REFERENCIAS

- Aldana M., C.E. 2008. Briofitas de los bosques de *Polylepis pepeii* (Provincia Murillo, La Paz – Bolivia): comunidades y ecología. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 71 p.
- Britton, E.G. 1896. An enumeration of the plants collected by H.H. Rusby in Bolivia, 1885-1886. Bulletin of the Torrey Botanical Club 23: 471-499.
- Cano, M.J., J.A. Jiménez, S.P. Churchill & J. Guerra. 2008. New records of Pottiaceae (Bryophyta) for South America. Cryptogamie: Bryologie 29: 139-147.
- Churchill, S.P. 1991. The floristic composition and elevational distribution of Colombian mosses. The Bryologist 94: 157-167.
- Churchill, S.P. 2003. Briofitas. pp. 96-100. En: P.L. Ibsch & G.Mérida (eds.), Biodiversidad: La Riqueza de Bolivia. Editorial Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN), Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Churchill, S.P. 2007. Bryophytes of Bolivia. http://mobot.mobot.org/W3T/Search/andes/Bolivian_Bryophyte.htm
- Churchill, S.P. & A. Fuentes. 2004. Inventario preliminar de los musgos de Pampagrande. Pp. 105-109. En: H. Azurduy, J.L. Aramayo, J. Ledezma & Andrés Langer (eds.). Historia Natural del Municipio de Pampagrande. Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado. Santa Cruz.
- Churchill, S.P. & A. Fuentes. 2005. Additions, combinations, and synonyms for the Bolivian moss flora. Tropical Bryology 26: 119-132.
- Churchill, S.P., D. Griffin III, M. Lewis. 1995. Moss diversity of the tropical Andes. Pp. 335-346. En: S. P. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.), Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. New York Botanical Garden, Bronx.
- Churchill, S.P., N.N. Sanjines, A. Fuentes & R. Lozano. 2008. Additions to the Bolivian bryophyte flora. Tropical Bryology 29: 54-59.
- Decker, M. 2004. Composición y diversidad de comunidades de musgos en tres localidades de la Siberia (Santa Cruz-Bolivia). Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba. 154 p.
- Fuentes, A. & S. Churchill. 2005. Catálogo preliminar de las briofitas de la región de Madidi, Bolivia. Ecología en Bolivia 40: 170-198.
- Fuentes, A. & J. Muñoz. 2002. Contribution to the bryoflora of Bolivia. I. Lowland mosses from two protected areas in the Department of Santa Cruz. Journal of Bryology 24: 165-167.
- Gradstein, S.R., R.I. Meneses & B.A. Arabe. 2003. Catalogue of the Hepaticae and Anthocerotae of Bolivia. Journal of the Hattori Botanical Laboratory 93: 1-67.
- Gradstein, S.R. & T. Pócs. 1989. Bryophytes. pp. 311-325. En: H. Lieth & M.J.A. Werger (eds.), Tropical Rain Forest Ecosystems. Ecosystems of the World, 14B. Amsterdam.
- Hermann, F.J. 1976. Recopilación de los musgos de Bolivia. The Bryologist 79: 125-171.