

CATÁLOGO DE LAS BRIOFITAS DE BOLIVIA: DIVERSIDAD, DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA

Steven P. Churchill, Ninel N. Sanjines A. y Claudia Aldana M.




MISSOURI
BOTANICAL
GARDEN

Museo de
Historia
Natural 
NOEL KEMPF MERCADO UAGRM

Catálogo de las Briofitas de Bolivia: Diversidad, Distribución y Ecología

Steven P. Churchill

Missouri Botanical Garden, Box 299, St. Louis, Missouri, U.S.A. y
Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Santa Cruz, Bolivia.

Ninel N. Sanjines A.

Herbario Nacional de Bolivia, Universidad Mayor San Andrés, La Paz, Bolivia y
Universidad de Barcelona, Barcelona, España.

Claudia Aldana M.

Herbario Nacional de Bolivia, Universidad Mayor San Andrés, La Paz, Bolivia.

Missouri Botanical Garden

P.O. Box 299, St. Louis, Missouri 63166-0299, U.S.A.

y

Museo Noel Kempff Mercado

Av. Irala 565, Santa Cruz, Bolivia

Fotografías

Tapa: Javier Quisbert (LPB)

Briofitas terrestres en un bosque de *Polylepis*

Contrapa: Steven P. Churchill (MO & USZ)

Briofitas epífitas en el bosque Tucumano-Boliviano,
Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía

Gráficos

Eliana Calzadilla (USZ)

Impresión

La Rosa Editorial, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia

Financiado por la National Science Foundation

©2009 Missouri Botanical Garden

Depósito Legal: 8-1-2715-09

ISBN: 978-99905-961-3-7

PRESENTACIÓN

Aunque quizás sin merecerlo me corresponde esta vez el honor de presentar esta obra que recoge el fruto de importantes esfuerzos a nivel institucional y personal, liderados por uno de los briólogos neotropicales más destacados y productivos en la actualidad.

Este tipo de contribuciones, en este caso en la forma de un catálogo, que no suelen ser valorados en su real dimensión, tienen tras de sí mucho tiempo y esfuerzo dedicados a la colección (muchas veces en condiciones difíciles), procesamiento de las colecciones, identificación, digitalización y manejo de la información, etc. El estudio de las briofitas tiene además la dificultad añadida de que necesita de preparaciones microscópicas, en muchos casos cortes anatómicos, para su identificación. Sin embargo, gracias al esfuerzo sostenido del autor principal y un grupo no muy numeroso de jóvenes estudiantes, que están haciendo la diferencia, se están logrando importantes avances en el inventario de las briofitas de Bolivia. Privilegiando y posicionando el nombre del país, y dejando el rezago en el que suelen encontrarse las investigaciones científicas en nuestro medio. Este trabajo prolijo y minucioso representa además un gran avance en el conocimiento de una de las mayores riquezas de Bolivia: su biodiversidad.

El presente catálogo actualizado de las briofitas de Bolivia, si bien es un primer paso, se constituye en una herramienta fundamental, la cual debidamente empleada puede brindar información importante para respaldar la conservación de áreas protegidas y ecosistemas particularmente amenazados. Esperamos también que sea un estímulo para los recientemente formados briólogos y colectores bolivianos, para que continúen con esta encomiable labor y profundicen aún más, el estudio de las briofitas con vistas a un mejor conocimiento taxonómico y ecológico de las mismas.

Alfredo F. Fuentes

Investigador asociado

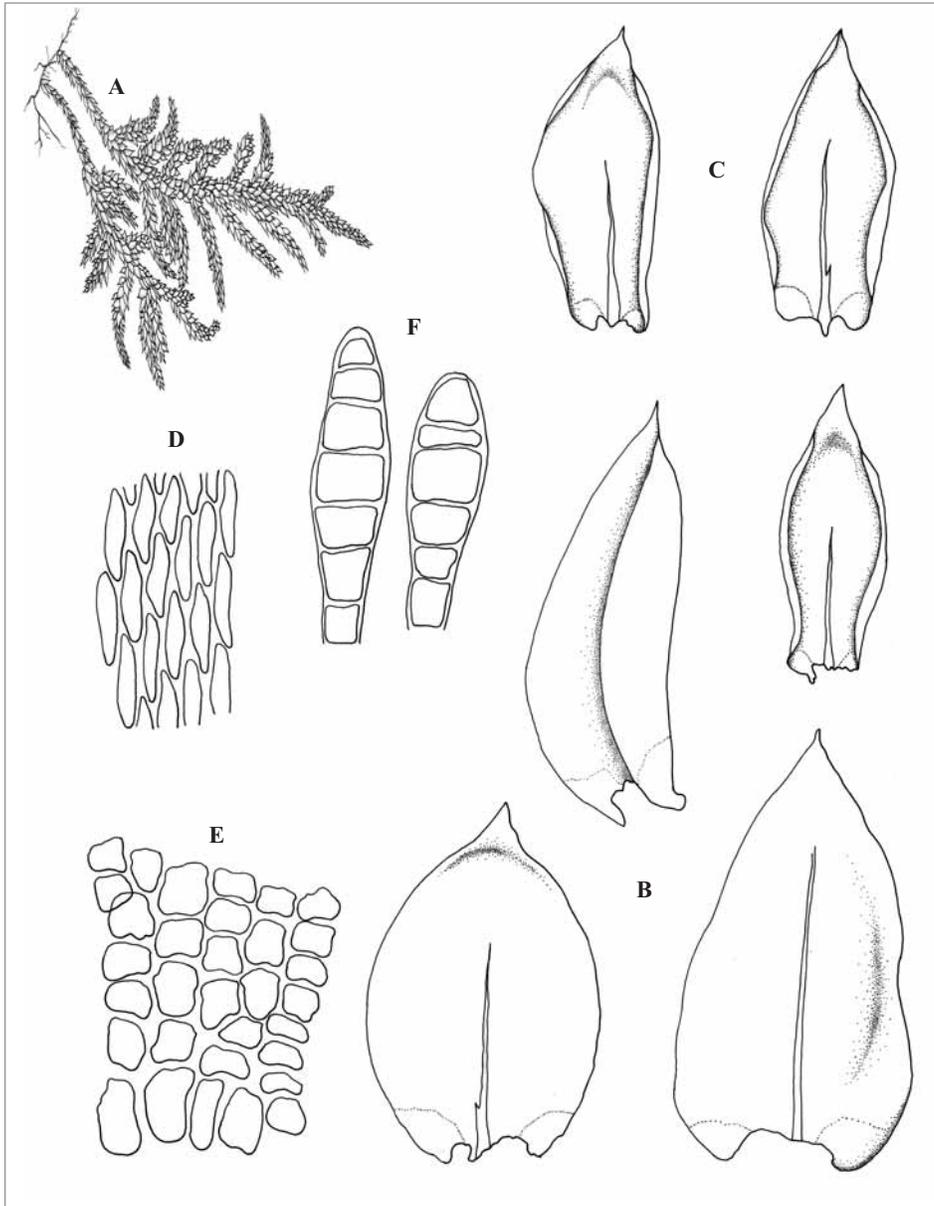
Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden

DEDICATORIA

Este volumen está dedicado a Marko Lewis y a Stephan Robbert Gradstein por sentar los cimientos y contribuir al desarrollo de la Briología en Bolivia; a Marko Lewis por sus numerosas colecciones realizadas y a Stephan Robbert Gradstein por su esfuerzo en la expansión de nuestro conocimiento sobre hepáticas a través de sus colecciones y publicaciones.

CONTENIDO

Presentación.....	05
Introducción.....	07
Historia de la Briología.....	09
Colectores de Briofitas.....	22
Inventarios y Recursos.....	29
Diversidad Taxonómica.....	33
Hepáticas.....	34
Antoceros.....	36
Musgos.....	36
Departamentos.....	40
Ecoregiones.....	41
Altitud.....	49
Ecología.....	51
Catálogo de las Briofitas.....	52
Formato del Catálogo.....	52
Hepáticas.....	54
Antoceros.....	120
Musgos.....	121
Combinaciones, Sinónimos y Registros Nuevos para el País.....	251
Briofitas Excluidas Provisionalmente.....	253
Hepáticas.....	254
Antoceros.....	268
Musgos.....	268
Sinónimos y otros Nombres de Briofitas.....	292
Hepáticas.....	292
Musgos.....	303
Agradecimientos.....	323
Bibliografía General.....	325
Índice de Géneros de Hepáticas y Antoceros Aceptados y su Ubicación Dentro las Familias.....	335
Índice de Géneros de Musgos Aceptados y su Ubicación Dentro las Familias.....	337



Pterobryopsis stolonaceum (Müll. Hal.) Broth. (Pterobryaceae). Elemento típico del bosque Tucumano-Boliviano. Ilustración: Eliana Calzadilla.

INTRODUCCIÓN

La diversidad de briofitas es sólo uno de los motivos por los que Bolivia se encuentra catalogada entre los 15 a 20 países con mayor diversidad del mundo (Ibisch 1998). El tener una idea relativa de la diversidad es un asunto, pero la documentación de la diversidad es otro que requiere de mayor experiencia y distribución de la información. Algunos grupos de organismos en Bolivia están relativamente bien documentados, p.ej. anfibios, reptiles, aves, mamíferos y palmeras. Otros grupos están menos documentados, como las plantas incluyendo las briofitas, helechos y varios grupos de plantas con flores, en tanto que otros grupos están en un estado inicial de inventario, p. ej., hongos, líquenes y la mayoría de los grupos de insectos. Sin embargo parece que durante las 2-3 últimas décadas se ha incrementado exponencialmente el conocimiento de la biodiversidad boliviana. A pesar que aún se necesitan por delante muchas décadas de estudios, actualmente tenemos relativamente una buena comprensión de la diversidad de briofitas del país.

Durante los últimos 180 años la información de las briofitas de Bolivia fue ampliamente difundida solamente a través de esfuerzos de botánicos europeos y posteriormente

norteamericanos, quienes colectaron y publicaron los resultados de sus investigaciones en sus países respectivos. Todas las colecciones realizadas por estas personas fueron de igual manera depositadas en sus instituciones. En este transcurso de tiempo – a finales del siglo XIX y principios del siglo XX – no habían herbarios respaldados por una institución boliviana. El establecimiento de estas instituciones se inició a mediados de los años setenta.

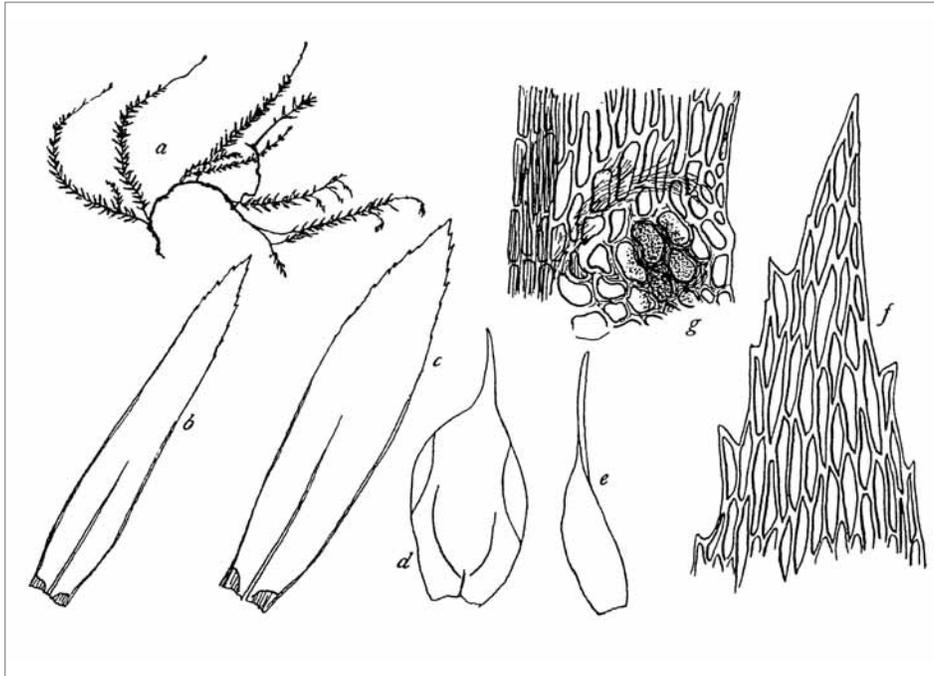
El principal objetivo de este tratamiento es brindar la primera lista documentada de las briofitas bolivianas conocidas. Adicionalmente presentamos información y análisis preliminares de la ecología y distribución. Actualmente tenemos una idea inicial acerca de los patrones que exhiben las briofitas en relación a la diversidad en las ecoregiones, patrones de altitud, preferencias de sustrato y hábitats asociados. Tenemos también un mayor conocimiento de las briofitas encontradas en los nueve departamentos, que en el pasado involucraba únicamente a tres departamentos (Cochabamba, La Paz y Santa Cruz).

Otro objetivo importante es realizar esta publicación en Bolivia con el fin de difundir

nuestro conocimiento actual de las briofitas a la comunidad científica boliviana y de la región. Este tratamiento también refleja la contribución realizada por bolivianos durante la última década. Es durante este periodo de tiempo que los bolivianos han contribuido significativamente al conocimiento de la diversidad, distribución y ecología en base a numerosas colecciones e interpretación de la información. Este periodo también marca la primera generación de estudiantes bolivianos que han orientado sus proyectos de tesis a las briofitas.

De seguro se requiere mucho más trabajo, mayores esfuerzos de inventario, una mayor comprensión de la diversidad en las ecoregiones y la ecología de las comunidades, así como estudios taxonómicos para entender la variación dentro y entre las especies.

Este tratamiento, en combinación con la infraestructura y los recursos que se han desarrollado en las instituciones bolivianas durante la última década, brindan los cimientos para futuros estudios de la flora de briofitas de Bolivia.



Porotrichopsis flacca Herzog (Neckeraceae). Especie rara conocida sólo en Bolivia y Colombia; fue descrita originalmente en base a un espécimen colectado en la Serranía de Siberia. Ilustración de Herzog (1916. 87: 123. Fig. 52)

HISTORIA DE LA BRIOLOGÍA

Las exploraciones briológicas en Bolivia abarcan un periodo de casi 180 años, comenzando en la tercera década del siglo XIX. Se pueden reconocer dos fases (Tabla 1), una fase histórica de aproximadamente 140 años de duración que se extiende desde 1830 hasta principios de la década de 1970 y una fase reciente desde fines de la década de 1970 hasta el presente. Un total de 116 personas son conocidas por haber colectado briofitas en Bolivia y sólo poco más de 60 referencias han sido publicadas directamente relacionadas con el país.

FASE HISTÓRICA

La primera persona conocida por haber realizado colecciones científicas de briofitas en Bolivia fue el naturalista francés Alcides Charles Dessaline d'Orbigny (Figura 1) durante los años 1830–1833. Como era típico en la mayoría de los naturalistas de esta época, d'Orbigny colectó ejemplares desde rocas y fósiles hasta peces y plantas. Un total de 37 hepáticas y 28 musgos fueron colectados por d'Orbigny (Montagne 1838, 1839). Algunos de esos ejemplares fueron descritos como especies nuevas y sus nombres hoy aún son reconocidos, p.ej. *Bartramia potosica* Mont., mientras que a otras

colecciones les fueron asignados nombres de regiones templadas de Europa y Asia. En ese tiempo Montagne trabajaba en las colecciones de d'Orbigny, de las cuales muchas identificaciones permanecen todavía dudosas. Estas pocas colecciones, así como las realizadas por Alexander von Humboldt y Aimé J. A. Bonpland en el norte de los Andes, brindaron a los científicos europeos el primer vistazo sobre la variedad de briofitas de las regiones montañosas de América del Sur.

Cerca de dos décadas pasaron antes que las briofitas fueran colectadas nuevamente en Bolivia. La segunda mitad del siglo XIX fue característica por el trabajo principalmente de naturalistas o colectores de plantas (a menudo interesados en plantas cultivables) y clásicamente las briofitas fueron colectadas secundariamente frente a intereses de otros grupos de plantas. La mayoría de estas personas fueron europeas, con dos excepciones: El ingeniero de minas francés Gilbert Mandon colectó en la región de Sorata del departamento de La Paz entre 1855 y 1861. El botánico británico Richard Pearce es conocido por haber realizado colectas en La Paz entre 1859 y 1865, sin fechas precisas. Paul Lorentz, argentino, colectó brio-

fitas en el noreste de Argentina y sur de Bolivia a principios de 1870. El primer norteamericano conocido por coleccionar briofitas en Bolivia fue Henry Rusby (Figura 1); de 1885 a 1887 realizó colectas desde zonas altas hasta las tierras bajas del departamento de La Paz. Un número significativo de colecciones fueron realizadas por Filiberto Germain en 1889 en las laderas montañosas de los Yungas cerca de Choquecamata (departamento de Cochabamba). Miguel Bang es

también conocido por coleccionar algunas briofitas alrededor de 1890 en el departamento de La Paz. Finalmente, Pierre Jay, de los Estados Unidos, en 1893 realizó un número indeterminado de colectas en tierras altas del departamento de La Paz. No es conocido con precisión el número de colecciones realizado por estos naturalistas durante el siglo XIX; sin embargo, Lewis (1990a) estimó entre 300 y 400 colectas, pero puede ser mayor.

Tabla 1. Cronología de los colectores de briofitas históricos y recientes con más de 500 colecciones realizadas en Bolivia.

Colector	Año	Departamento (s)
Fase Histórica		
d'Orbigny	1830-1833	Beni, La Paz, Potosí, Santa Cruz
Mandon	1855-1861	La Paz
Pearce	1859-1865 p.p.	La Paz
Lorentz	1873 (1870-76)	Potosí, Tarija
Rusby	1885-1887	La Paz
Germain	1889	Cochabamba
Bang	1890's	La Paz
Jay	1893	La Paz
Fries	1901-1902	Tarija
Williams	1901-1902	La Paz
Herzog	1907-1908, 1910-1911	Cochabamba, La Paz, Santa Cruz, Tarija
Buchtien	1908-1923	La Paz
Rose	1914	La Paz
Jaffuel	1922-1924	La Paz
Troll	1927-1928	La Paz
Mexia	1935	La Paz
Cárdenas	1940-1950's	Cochabamba, Santa Cruz
Brooke	1948-1950	Cochabamba, La Paz
Schmidt	1951-1952	La Paz, Santa Cruz
Hermann	1972	Cochabamba, La Paz, Santa Cruz

Cont. Tabla 1.

Colector	Año	Departamento (s)
Fase Reciente		
Lewis	1979-1991	Beni, Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz, Tarija
Gradstein	1989, 1991, 1997, 1999	Beni, Cochabamba, La Paz, Santa Cruz, Tarija
Fuentes	1993-2009	Beni, Cochabamba, La Paz, Oruro, Santa Cruz
Churchill	1999, 2001-2009	Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Potosí, Santa Cruz, Tarija
Lozano	2003-2007	Chuquisaca, Cochabamba
Sanjines	2003-2007	La Paz, Potosí, Santa Cruz
Aldana	2004-2007	La Paz, Oruro
Linneo	2005-2009	Beni, Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz, Tarija

Bolivia difiere en general de todos los otros países tropicales andinos por la aparición tardía de publicaciones que describen la diversidad de briofitas. Por otro lado, numerosos artículos fueron publicados para Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú entre 1850 y 1860. Los primeros artículos de briofitas bolivianas aparecieron sólo a fines del siglo XIX. La única publicación que apareció sobre hepáticas, junto a la de Montagne (1839), en el siglo XIX fue la de Richard Spruce que inventarió en 1890 las colecciones realizadas por Rusby; Spruce enumeró 100 especies, de las cuales 27 fueron descritas como especies nuevas. Elizabeth Britton en 1896 enumeró las colecciones de musgos de Rusby y Mandon en un total de 88 especies con 41 especies descritas como nuevas. Al mismo tiempo, Carl Müller preparó una monografía taxonómica extensa,

Prodromus bryologiae boliviana, publicada el año siguiente (1897), que incluye las colecciones de musgos de Mandon y Rusby, pero también un número importante de Germain y otras colecciones realizadas por Bang y Lorentz. El artículo de Müller contiene 216 especies, 208 de las cuales fueron descritas como nuevas. Desafortunadamente no siempre coinciden los números de colecciones de Mandon y Rusby, así como los nombres dados a las nuevas especies por Britton y Müller - basados en parte en los nombres del manuscrito de Wilhelm Schimper - lo que conlleva una confusión sobre la identidad taxonómica de algunos de los especímenes tipo.

El inicio del siglo XX marcó un hito en la historia de la briología en Bolivia. Las primeras dos décadas no sólo fueron un periodo

de incremento en la obtención de colecciones de briofitas bolivianas, sino también de publicaciones basadas en estas colecciones, incluyendo dos de las figuras históricas de briólogos más importantes: El primer briólogo que colectó en Bolivia fue el norteamericano **Robert Statham Williams** (Figura 1), quien entre 1901 y 1902 colectó en el departamento de La Paz, desde sitios altoandinos hasta tierras bajas (Dorr 1991). El número de colecciones realizadas por Williams de aproximadamente 700 excede a todas las demás realizadas durante el siglo previo (Lewis 1990a). Sólo los musgos fueron analizados por Williams y poco se conocía a cerca de las hepáticas; sin embargo, sus colectas fueron citadas en varias revisiones taxonómicas sobre hepáticas. En la primera publicación, Williams (1903) enumeró a 128 musgos, de los cuales 28 fueron descritos como especies nuevas. Posteriormente Williams completó la segunda parte (1909) que contiene 188 musgos, 17 de los cuales fueron descritos como nuevos.

El botánico sueco **Robert Elias Fries** colectó musgos de la provincia de Jujuy en el noreste de Argentina y en el departamento de Tarija en Bolivia durante 1901-1902. Probablemente Fries fue el primero en coleccionar en esta región que puede corresponder a vegetación del Chaco Serrano. Ocho especies fueron enumeradas para Aguiarenda y Tataranda (= Tatarenda) por Viktor Brotherus en 1917. Dos alemanes, **Carl Pflanz** y **Edith Knoche**, realizaron colecciones de briofitas durante la primera década de 1900 en tierras altas del departamento de La Paz (Perkins 1913). Las hepáticas fueron tratadas

por Franz Stephani (1913), inventariando tres especies, mientras que los musgos estuvieron a cargo de Brotherus (1913), quien enumeró 20 especies, de las cuales 12 fueron descritas como nuevas. El botánico estadounidense **Joseph Nelson Rose**, especialista en Cactaceae, visitó Perú, Bolivia y Chile durante julio a octubre de 1914; colectó 10 musgos a grandes elevaciones en los alrededores de Araranca, Comanche y La Paz, en el departamento de La Paz (Williams 1915).

El principal colector histórico y autor de publicaciones sobre briofitas bolivianas fue el briólogo alemán **Theodor Herzog** (Figura 1). Dos viajes fueron realizados por Herzog a Bolivia, el primero de 1907-1908 y el segundo de 1910-1911. Las colecciones realizadas por Herzog provenían en su mayoría de los departamentos de Cochabamba, La Paz y Santa Cruz, con pocas colecciones realizadas en Tarija. Alrededor de 2.600 colecciones de briofitas fueron realizadas por Herzog durante sus dos viajes a Bolivia, una cifra mayor que el doble de todas las colecciones previas. Los cuatro artículos más importantes de Herzog se basan en sus colecciones: Herzog 1910a, 1910b, 1916, 1920. Un total de 372 especies de musgos fueron descritas como nuevas. La publicación de Herzog en 1916 - *Die Bryophyten meiner zweiten Reise durch Bolivia* - es un tratamiento sobresaliente de las briofitas de los Andes tropicales para este periodo. Para el tratamiento taxonómico, Herzog junto a Brotherus contribuyeron sobre los musgos (1916: 8-168) y Stephani sobre las hepáticas (1916: 173-268) con un total de 472 hepá-

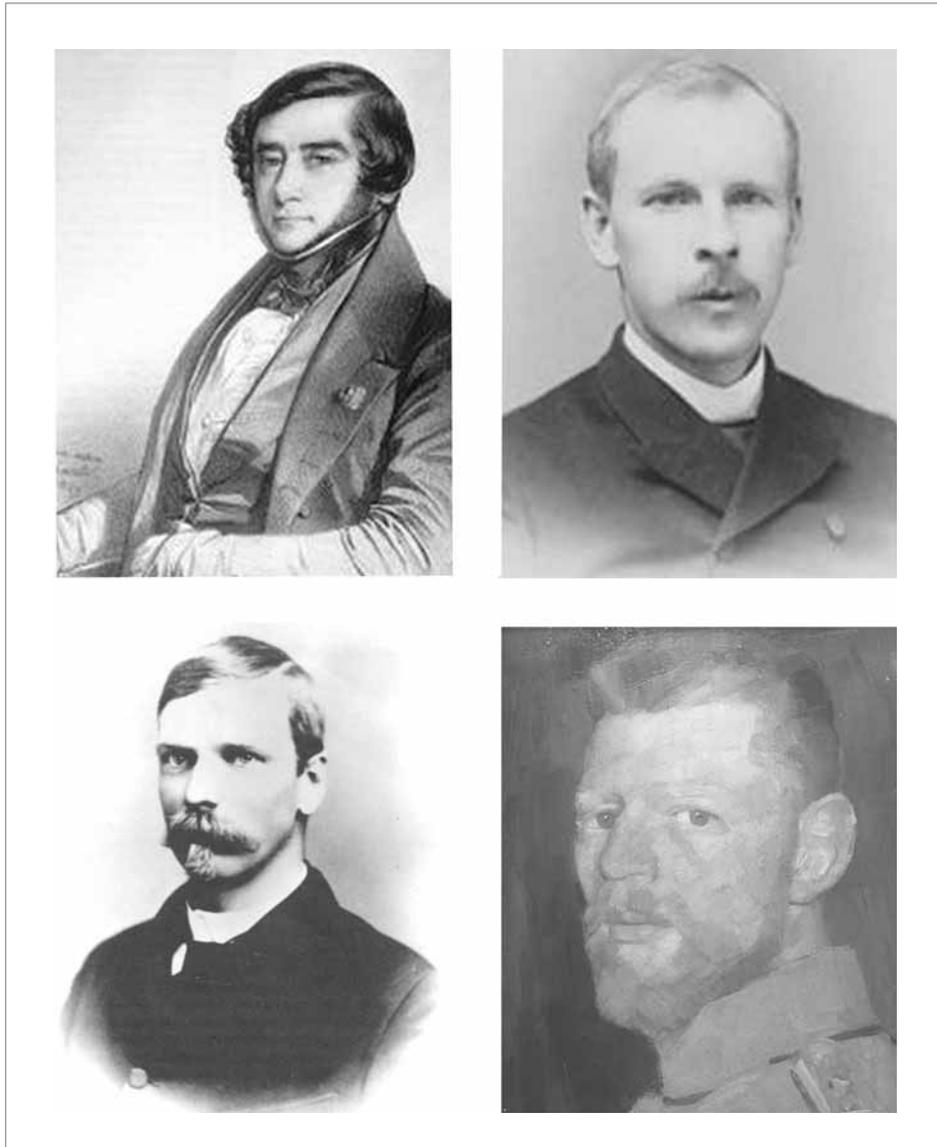


Figura 1. Fotografía de Alcides d'Orbigny, Henry Rusby, Robert Williams y Theodor Herzog. Crédito: Rusby y Williams – The New York Botanical Garden; Herzog – Herbarium Haussknecht, Friedrich-Schiller-Universität Jena.

ticas y antoceros y 716 musgos. Esta fue la primera publicación para un país andino tropical que provee excelentes ilustraciones (la mayoría de nuevas especies), un listado de especies provenientes de localidades con diferentes altitudes y un análisis geográfico. Este volumen suministra la primera lista completa de musgos de Bolivia, combinando el primer tratamiento (1916: 8-168) y la segunda parte (1916: 169-172) se resumen todos los reportes previos para Bolivia (Britton 1896, Müller 1897, Williams 1903, 1909, Herzog 1910a, 1910b).

El botánico francés **Félix Jaffuel** realizó colecciones en los alrededores de La Paz desde febrero de 1922 hasta septiembre de 1924. Sus colecciones de musgos corresponden a la región de la puna, cerca a Kala Uyu y Mururata, en el departamento de La Paz. Irenée Thériot (1929) enumeró las colecciones de Jaffuel con un total de 47 especies de musgos, de las cuales 12 fueron nuevas para la ciencia. El botánico alemán **Otto Buchtien** fue residente en Bolivia durante las dos primeras décadas del siglo XX. Buchtien colectó por lo menos algunas briofitas del departamento de La Paz; Herzog en 1927 realizó una publicación en base a las colecciones de Buchtien con nueve hepáticas (de las cuales dos fueron nuevas) y 42 musgos con siete especies nuevas, cinco nuevas variedades y una nueva forma. El célebre geógrafo alemán **Karl Troll** obtuvo briofitas en localidades de tierras muy altas del departamento de La Paz desde fines de 1927 hasta inicios de 1928; Herzog en 1934 realizó otra publicación basada en las colecciones de Troll con 29 hepáticas

(cinco especies nuevas y dos nuevas variedades) y 64 musgos con una especie y variedad nuevas. El dendrólogo alemán **Eberhard Schmidt** colectó hepáticas de Coroico en el departamento de La Paz y de la Serranía de Ricardo Franco a lo largo de la frontera con Brasil en el departamento de Santa Cruz entre 1951 y 1952; Karl Müller (1955) inventarió a 17 hepáticas con una especie nueva colectada por Schmidt.

El número total de colecciones briológicas realizadas desde 1800 hasta principios de la década de 1970 para Bolivia fluctúa alrededor de las 4.500 (Lewis 1990a), una estimación probablemente baja pero seguramente no exceden a las 5.000 colecciones. Ni la muestra original (especimen tipo), ni los duplicados (isotipos) de estas colecciones se encuentran en Bolivia; debido a que no se había establecido un herbario activo con apoyo de una institución en el país. Un herbario localizado en La Paz desarrollado y mantenido por Otto Buchtien se desarrolló aproximadamente desde 1908 hasta 1923; aparentemente Buchtien ofreció vender sus colecciones al gobierno boliviano pero no lo logró, por lo que las distribuyó y envió a varios herbarios de Norte América y Europa. Otro herbario fue mantenido por **Martín Cárdenas** en Cochabamba, siendo una colección más personal que institucional, dado que Cárdenas tenía el control de las colecciones y le fue posible enviarlas en 1973 a la Fundación Miguel Lillo en Tucumán (Argentina).

La transición de la fase histórica a la reciente puede ser convenientemente marcada por

la aparición del segundo catálogo de musgos de Bolivia. El botánico norteamericano **Fredrick Hermann** realizó dos visitas a Bolivia en 1972, colectando en los departamentos de Cochabamba, La Paz y Santa Cruz. Una parte de los resultados fueron publicados con dos nuevos registros para el país (Hermann & Robinson 1974). Dos años más tarde, Hermann publicó un segundo catálogo actualizado, *Recopilación de los Musgos de Bolivia* (Hermann 1976) con 1.222 especies en base a todos los reportes previos.

FASE RECIENTE

Dos eventos importantes marcaron el desarrollo de esta fase en Bolivia, comenzando desde la segunda mitad de la década de 1970. El primero corresponde a la creación de herbarios institucionales: El Herbario Forestal Martín Cárdenas (BOLV, Cochabamba) en 1975, seguido por el Herbario Nacional de Bolivia (LPB, La Paz) en 1984, el Herbario del Oriente (USZ, Santa Cruz) en 1986 y el Herbario Regional de Chuquisaca (HSB, Sucre) en 1988. El segundo fue el desempeño de un briólogo activo en Bolivia. El principal colector de briofitas en Bolivia fue el norteamericano **Marko Lewis** (Figura 2), quien colectó briofitas por toda Bolivia durante 12 años (1979 a 1991), a excepción del departamento de Pando (Lewis 1990a). El número exacto de colecciones de Lewis es desconocido, posiblemente sobrepasan las 20.000 (25.000 según Lewis 1990a); sin embargo, su colección en el herbario LPB actualmente está por encima de 16.000. Las colecciones de Lewis representan el esfuerzo individual más im-

portante y el mayor número realizado por una persona en Bolivia. Significativamente ésta fue la primera época en la cual la mayoría de las colecciones originales permanece en el país, posibilitando el establecimiento de la ciencia sobre briología en Bolivia. Algunas de estas colecciones están depositadas ahora en La Paz aproximadamente el 20% está todavía sin procesar debido a que carecen de datos referidos a la localidad; y muchas de sus colecciones hasta 2009 aún permanecen sin identificación hasta el nivel de especie. Algunos de los originales, particularmente hepáticas, no se encuentran depositados en herbarios de Bolivia, sino en el Field Museum (F). Los duplicados de Lewis están distribuidos principalmente en el Field Museum (F) de Chicago y durante los últimos años en el Missouri Botanical Garden (MO) en St. Louis; ambas instituciones posteriormente distribuyeron los duplicados a otros herbarios que mantienen colecciones briológicas.

Comenzando a fines de la década de 1970 y en los primeros años de 2000, varios briólogos extranjeros también colectaron briofitas. Mientras que algunos de estos esfuerzos de colectas fueron de briofitas en general, otros fueron realizados a grupos específicos. Pocos briólogos extranjeros, enfocados en familias particulares de musgos, colectaron en Bolivia durante la misma época que Lewis y en algunos casos colaboraron juntos (p. ej. con Rob Gradstein). El briólogo estadounidense, **William D. Reese**, especialista en la familia Calymperaceae, fue miembro del proyecto Flora Amazónica, expedición que colectó en la localidad de Guayaramerín



Figura 2. Fotografía de Marko Lewis (arriba) y S. Robert Gradstein (abajo).

en el departamento de Beni entre el 24 de enero y 20 de febrero de 1978 (Reese 1979). Aproximadamente 130 musgos y un número indeterminado de hepáticas fueron colectados por Reese. El briólogo mexicano **Efrain De Luna** colectó briofitas en tres departamentos en 1990; se enfocó principalmente en la familia Hedwigiaceae. En 1991 **Cyrus McQueen**, proveniente de Estados Unidos, estudió la ecología de ocho especies de *Sphagnum* (1997), basado en estudios de campo en los departamentos de Cochabamba y La Paz. Steven Churchill y dos estudiantes graduados, Zacharia Magombo y Michelle Price, del Missouri Botanical Garden, colectaron briofitas en 1999 en los departamentos de Cochabamba y La Paz.

Mientras que previamente ya se habían realizado importantes colecciones de hepáticas por Rusby, Herzog y Schmidt, se había dado mucho más énfasis a las colecciones de musgos. El periodo de 1980 a 1990 fue importante para el estudio de las hepáticas en Bolivia. El briólogo alemán **Jan Meenks** enfocó en el género *Riccardia*, colectó en los departamentos de Cochabamba y La Paz en 1982. El hepaticólogo más importante que colectó en el país fue el holandés, **Stephan (Rob) Gradstein** (Figura 2), especializado en las hepáticas neotropicales y particularmente en la familia Lejeuneaceae. Gradstein realizó cuatro viajes de colecta a Bolivia entre 1989 y 1999, conduciendo viajes de campo en cinco departamentos de Bolivia. Las colecciones realizadas por Gradstein constituyen la primera referencia de especímenes de hepáticas que fue una contribución significativa al herbario LPB.

Varios colegas y estudiantes de Gradstein posteriormente colectaron en Bolivia, incluyendo a los alemanes **Jochen Heinrichs** con **Hermann Anton** y **Jochen Müller** con énfasis en el género *Plagiochila* (ver Heinrichs & Gradstein 1999, Müller & Heinrichs 1999). Otros briólogos, especializados en la familia Lejeuneaceae, incluyen a **Gregorio Dauphin** quien colectó *Ceratolejeunea* y **María Elena Reiner-Drehwald** quien colectó *Lejeunea* y otros géneros de la familia. Luego de una pausa de casi ochenta años después del tratamiento de hepáticas por Stephani basado en Herzog (1916), fue publicado el primer catálogo moderno de hepáticas y antoceros de Bolivia por Gradstein et al. (2003). Se inventarió un total de 415 especies representadas por 99 géneros y 32 familias de hepáticas y dos especies de antoceros; toda la literatura previa fue resumida también. Como parte del programa del Missouri Botanical Garden en Bolivia, **Steven Churchill** estableció residencia en Bolivia desde principios de 2001. Los primeros años estuvo dedicado a la colecta general de briofitas y posteriormente se enfocó, en parte, a la colecta de briofitas para los proyectos de inventario botánico general en la región del Chapare, Serranía de Siberia y en el bosque montano Tucumano-Boliviano. Otros briólogos especialistas extranjeros colectaron recientemente también en Bolivia. Los briólogos españoles **María Cano** y **Juan Jiménez** de la Universidad de Murcia, enfocados en la familia de musgos más diversa en Bolivia (Pottiaceae), colectaron en seis departamentos en 2007 (<http://www.pottiaceae.com>). **Denise Costa**, una hepaticóloga brasileña del Jardín Botánico de Río

de Janeiro, especializada en las Metzgeriaceae, colectó en la región del Chapare del departamento de Cochabamba en 2007.

Los inicios de la década de 1990 marcan la primera colección significativa de briofitas llevada a cabo por investigadores bolivianos. Entre los primeros colectores de briofitas está **Alfredo Fuentes** quién se convirtió en uno de los colectores más importantes a ini-

cios de 2001 y continúa hasta el presente. Fuentes realizó abundantes colecciones en la vegetación del bosque Chiquitano y en el Chaco del departamento de Santa Cruz y posteriormente de la región de Madidi del departamento de La Paz. Los primeros estudiantes universitarios que completaron sus trabajos de tesis relacionadas con el estudio de briofitas comenzaron en 2002. **Marcos Decker** (2004) examinó la di-



Figura 3. Fotografía del taller de briofitas (2005) de izquierda a derecha: Ninel Sanjines, Fabiana Mogro, Marcos Decker, Rosa Isela Meneses, Steven Churchill (instructor) y Reinaldo Lozano.



Figura 4. Fotografía del taller de briofitas (2008) de izquierda a derecha: Ninel Sanjines, Claudia Aldana (instructoras), Olga Apaza, Edward Cervantes, Suely Carreño, Iván Linneo, Yanina Inturias, Daniel Villarroel, Eliana Calzadilla y Pamela Gutiérrez.

versidad y composición de musgos de tres localidades del bosque montano de Yungas en la región de la Serranía de Siberia, departamento de Santa Cruz. **Ninel Sanjines** (2004) estudió la diversidad y comunidades de briofitas terrestres del páramo yungueño del Cerro Hornuni en el departamento de La Paz. **Reinaldo Lozano** (2005) evaluó la diversidad y composición de musgos del bosque montano de Tucumano-Boliviano en el departamento de Chuquisaca. **Claudia Aldana** (2008) relevó la composición y ecología de comunidades de briofitas de bosques de *Polylepis pepeí* del páramo yungueño de la provincia Murillo en el departamento de La Paz. **Fabiana Mogro** (2008) examinó un gradiente altitudinal de musgos en el bosque montano super húmedo de la región oeste del Parque Nacional Carrasco, departamento de Cochabamba. Todos estos estudiantes no sólo contribuyeron significativamente con sus colecciones individuales y proyectos de tesis, sino que continúan incrementando el conocimiento sobre briofitas relacionados con la implementación de varios proyectos. Otros estudiantes universitarios también han realizado contribuciones importantes, incluyendo a **Iván Linné** (USZ) de varias localidades en cinco departamentos de Bolivia, **Olga Apaza** (HSB) del bosque montano de Tucumano-Boliviano en los departamentos de Chuquisaca y Tarija, **Suely Carreño** y **Yanina Inturias** (USZ) también han colectado en el bosque montano de Tucumano-Boliviano de la región de Vallegrande (Santa Cruz).

Desde 2001 hasta 2008, 28 bolivianos han contribuido con más de 7.100 colecciones

en 761 localidades de ocho departamentos del país. Este esfuerzo excede la cifra de colecciones realizadas y de localidades visitadas en Bolivia durante sus primeros 140 años.

Las publicaciones durante este periodo de tiempo generalmente fueron de naturaleza florística y se adicionaron nuevos registros para la flora de briofitas (Fuentes & Churchill 2005, Cano et al. 2008, Churchill et al. 2008). Estos inventarios específicos incluyen al bosque Tucumano-Boliviano de la región central sur del departamento de Chuquisaca (Serrano et al. 1997), la región de la Chiquitania y el Chaco (Fuentes & Muñoz 2002), Pampagrande (Churchill & Fuentes 2005) en el departamento de Santa Cruz y la Reserva Alarachi (Churchill 2009) en el departamento de Tarija. Las briofitas fueron tratadas por Fuentes y Churchill (2005) para la región del Madidi, como parte de un inventario botánico mayor en el departamento de La Paz. Las briofitas del bosque montano del Tucumano-Boliviano registran a 374 especies (Churchill & Lozano 2009). Marko Lewis publicó la primera flórua (1991) para el valle circundante a La Paz. Estudios ecológicos incluyen el realizado por **Amparo Acebey**, también estudiante de Gradstein, quien estudió briofitas epífitas de sitios en sucesión del bosque submontano de la Serranía Marimonos, departamento de La Paz (Acebey et al. 2003) y por **Uwe Drehwahl** (2003; ver también 2005), quien estudió el bosque montano cerca de Mairana examinando los cambios en la diversidad de briofitas y especies con potencial para biomonitoreo. Las briofitas

asociadas con nidos de aves fueron descritos por Maillard y Caballero (2003) y Brumfield & Maillard (2007).

RESUMEN

Las colecciones realizadas durante la fase histórica, de 1830 a 1970, contribuyeron en gran parte a la primera caracterización de la diversidad y composición de la riqueza de la flora de briofitas de Bolivia. Esta fase histórica incluye 27 colectores y alrededor de 5.000 colecciones. Las localidades colectadas fueron pocas y en su mayoría están concentradas en los departamentos de La

Paz, Cochabamba y Santa Cruz. En los últimos 30 años (1979-2009) ocurrió un incremento exponencial con respecto a las colecciones, de muchas localidades en todos los departamentos. Las publicaciones directamente relacionadas a las briofitas de Bolivia se incrementaron significativamente en la última década. Este periodo marcó la primera participación y contribución de bolivianos. Actualmente estimamos que el número de colecciones originales realizadas por briólogos es de 36.000. Todos estos avances permiten la consolidación de la briología en Bolivia y brinda medios para futuras investigaciones briológicas.

COLECTORES DE BRIOFITAS

La siguiente lista provee información de las personas conocidas por haber colectado briofitas en Bolivia. Actualmente han sido registrados 116 colectores de las briofitas del país. Indudablemente algunos fueron omitidos, en particular botánicos extranjeros del siglo XIX y principios del siglo XX, debido a la escasez de información. El número de colectores incluye a 46 bolivianos y 70 extranjeros. El total de colectores de briofitas por cada departamento es: Beni: 14, Chuquisaca: 16, Cochabamba: 37, La Paz: 73, Oruro: 8, Pando: 5, Potosí: 9, Santa Cruz: 33 y Tarija: 14.

El formato provee la siguiente información cuando ésta es conocida: Apellido, nombre, nacionalidad, año de nacimiento y muerte del colector; año(s) de las colecciones realizadas en Bolivia, departamentos donde fueron realizadas y herbarios donde fueron depositadas. En algunos casos se proporciona notas adicionales, en particular con respecto a colectores históricos. Las referencias dadas se remiten a publicaciones basadas en los especímenes citados del colector.

Sitios de la red que proveen información útil de los colectores de plantas de Bolivia.

Índice de Botánicos. Herbario de la Universidad de Harvard
http://asaweb.huh.harvard.edu:8080/databases/botanist_index.html

Colección de Archivos y Manuscritos, Biblioteca Mertz, Jardín Botánico de Nueva York
http://sciweb.nybg.org/science2/libr/finding_guide/index.asp

Colectores de líquenes y hongos liquenizados de Bolivia
http://www.biologie.uni-hamburg.de/checklists/lichens/south-america/bolivia_c.htm

Funk, V.A. & S.A. Mori. 1989. A bibliography of plant collectors in Bolivia. *Smithsonian Contr. Bot.* 70: i-iii, 1-20.
www.sil.si.edu/SmithsonianContributions/Botany/pdf_hi/sctb-0070.pdf

COLECTORES

- Abrahamczyk, Stefan** (Alemania, ?). 2008; Tarija. Herbarios: MO, USZ.
- Acebey, Amparo** (Bolivia, 1973–). 1999; La Paz. Herbarios: GOET, LPB *p.p.* Colectas realizadas con T. Krömer. Referencia: Acebey et al. 2003.
- Acevedo-Rodríguez, Pedro** (Puerto Rico, 1954–). 1991; Santa Cruz. Herbarios: NY; USZ.
- Aldana, Claudia** (Bolivia, 1979–; Figura 4). La Paz, Oruro; 2004–7. Herbarios: LPB; MO, USZ. Brióloga.
- Anton, Hermann** (Alemania). 1997, 1998; Cochabamba, La Paz, Santa Cruz. Herbarios: GOET, LPB, MO.
- Apaza, Olga** (Bolivia, 1989–; Figura 4). 2007; Chuquisaca, Tarija. Herbarios: HSB; MO, USZ.
- Araujo M., Alejandro** (Bolivia, 1977–). 2007; La Paz. Herbarios: LPB, USZ; MO.
- Arbeláez, Alba Luz** (Colombia, 1965–). 2001; Santa Cruz. Herbarios: USZ; MO.
- Arroyo P., Luzmila** (Bolivia, 1969–). 1991, 2001; Beni, Cochabamba, La Paz, Santa Cruz. Herbarios: USZ; LPB, MO.
- Asplund, Erik** (Suecia, 1888–1974). 1921; La Paz. Herbarios: JE, UPS.
- Baar, R.** (?). 1989; Cochabamba. Herbario: LPB.
- Bach, Kerstin** (Alemania). 1997; Cochabamba, La Paz. Herbario: LPB.
- Bang, A. Miguel** (Dinamarca, 1853–1936). 1890; colectas citadas como “Yungas” = La Paz, Songo = Zongo. Herbarios: MANCH, MO, NY. Colector de plantas. Las etiquetas tienen escrito: “Plantae Boliviana. A. Miguel Bang Lectae. Ex. Herbario Collegii Columbiae a N.L. Britton et H.H. Rusby distributae.”
- Barclay, Harriet G.** (Estados Unidos, 1901–1990). 1959; La Paz. Herbarios: MO, NY, US. Ecólogo de plantas; su investigación estuvo enfocada en plantas del páramo.
- Bastián, E.** (Alemania). 1985, 1986; Tarija. Herbario: LPB.
- Beck, Stephan G.** (Alemania; 1944–). 1979, 1983, 1986–1989. 1993; Beni, La Paz, Pando, Tarija. Herbario: LPB.
- Boom, Brian M.** (Estados Unidos, 1954–). 1983, 1984; Beni. Herbarios: LPB, NY.
- Brooke, Winifred Mary Adelaide** (Inglaterra, 1893–1975). 1948–1950; Cochabamba, La Paz. Herbarios: BM, NY. Referencia: Fulford 1963–1976. Tiempo específico en Bolivia desde Diciembre de 1948 hasta Noviembre de 1950. Colectora de plantas. Esta persona notable, similar al caso de Ynés Mexa; se mantuvo durante su vejez con la venta de sus colecciones a instituciones botánicas. Las localidades de las colecciones de Brooke son citadas por J.A. Crabbe (1967. Bolivian Pteridophytes collected by Winifred Brooke. *British Fern Gazette* 9: 309-320). La localidad “Gran Poder” está en el departamento de La Paz. Ver el siguiente sitio de la red:
<http://www.nhm.ac.uk/research-curation/departments/botany/news-events/newsletter/archive/issue7/fieldnotes/index.html>
- Buchtien, Otto** (Alemania, 1859–1946). 1910, 1912, 1920 (1908–1923); La Paz. Herbarios: JE, S, US. Referencia: Herzog 1927.

- Cabrera, W. Héctor** (Bolivia, 1977–) 2003; La Paz. Herbarios: LPB; MO.
- Calzadilla, Eliana** (Bolivia, 1982–; Figura 4). 2007; Beni, Pando. Herbarios: USZ; MO. Ilustradora botánica.
- Cano, María** (España, 1967–). 2007; Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz. Herbarios: LPB, MUB. Brióloga.
- Cárdenas, Martín** (Bolivia; 1899–1973). 1942; Cochabamba. Herbarios: LIL; MO, NY. Considerado como el padre de la botánica en Bolivia. El herbario de Cárdenas, desafortunadamente para Bolivia, fue transferido en 1973 de Cochabamba a Tucumán. El número total de especímenes de plantas declarado fue 6.500, el número de colecciones de briofitas es desconocido; algunas briofitas han sido citadas en varios estudios de revisión.
- Carreño P., Suely** (Bolivia; 1986–; Figura 4). 2008–2009; Beni, Chuquisaca, Santa Cruz. Herbarios: USZ; MO.
- Catari, Juan Carlos** (Bolivia, 1978–). 2002; Pando. Herbarios: USZ; LPB, MO.
- Cayola, Leslie** (Bolivia, 1979–). 2004; La Paz. Herbarios: LPB; MO.
- Chavez de Michel, Rossy** (Bolivia, 1951–). 2002. La Paz. Herbario: LPB.
- Churchill, Steven P.** (Estados Unidos, 1948–; Figura 3). 1999, 2001–2008; Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Potosí, Santa Cruz, Tarija. Herbarios: BOLV, HSB, LPB, MO, USZ (duplicados representativos en COL, GOET, HUA, JE, LIL, MERC, MEXU, MUB, PMA, RB, QCA, QCNE, USM, VEN). Briólogo.
- Colque, Oscar** (Bolivia, 1980–). 2006; Cochabamba. Herbarios: USZ; MO.
- Cordero, R.** (Bolivia). 1987; La Paz. Herbario: LPB.
- Costa, Denise P.** (Brasil, 1959–). 2007; Cochabamba. Herbarios: USZ; MO, RB. Brióloga.
- Croat, Thomas B.** (Estados Unidos, 1938–). 2000; La Paz. Herbarios: LPB, MO.
- Crosby, Marshall R.** (Estados Unidos, 1943–). 1980; La Paz. Herbarios: MO; NY. Briólogo.
- Dauphin, Gregorio.** (Costa Rica, 1970–). 1997; Cochabamba, La Paz. Herbarios: GOET, USJ. Duplicados depositados en LPB sin etiquetas. Briólogo.
- Decker, Marcos** (Bolivia; Figura 3). 2003–5; Cochabamba, Santa Cruz. Herbarios: BOLV; MO, USZ.
- De Luna, Efraín** (México, 1957–). 1990; Cochabamba, La Paz. Herbarios: DUKE, LPB. Briólogo.
- Dorr, Laurence J.** (Estados Unidos, 1953–). 1990; Cochabamba, La Paz. Herbarios: LPB, MO, NY.
- Drehwald, Uwe** (Alemania, 1957–). 2000; Santa Cruz. Herbarios: GOET, LPB. Referencia: Drehwald 2003. Ecólogo de plantas.
- Estenssoro, Silvia** (Bolivia). 1987; La Paz. Herbario: LPB
- Eyerdam, Walter J.** (Estados Unidos, 1892–1974). 1939; Cochabamba, La Paz. Herbarios: FH, MO. Colector e historiador natural.
- Fay, Alice** (Estados Unidos). 1990; Beni. Herbario: LPB. Con Louis Fay.
- Feuerer, Tassilo** (Alemania, 1949–). 1980, 1981, 1982, 1985; La Paz. Herbarios: LPB *p.p.*, MICH. Liqueólogo.

- Franken, Margot** (Alemania). 1993; La Paz. Herbario: LPB.
- Fries, Robert Elias** (Suecia, 1876–1966). 1902; Tarija. Herbarios: H, S?. Referencia: Bortherus 1917.
- Fuentes C., Alfredo** (Bolivia, 1971–). 1992, 1993, 1995, 2001–9; Beni, Cochabamba, La Paz, Oruro, Santa Cruz. Herbarios: LPB, USZ; MO.
- Garvizu, Marisol** (Bolivia, 1970–). 1998, 2001; Santa Cruz. Herbarios: USZ; LPB, MO
- Germain, Filiberto (Philibert)** (1827– después de 1897). 1889; Cochabamba. Herbarios: G, JE, H, NY, S. Referencia: Müller 1897. En la introducción de Müller (1897) se menciona: “a cl. Germain pro Dom. Oberthuer (Rennes Galliae) 1889 prope Choquecamata provinciae Cochabamba Bolivianae alto–montosae ex altitudine pedum 10–12.000 ut opinor, collectas.”
- Gradstein, Stephan Robbert** (Holanda, 1943–; Figura 2). 1989, 1991, 1997, 1999; Beni, Cochabamba, La Paz, Santa Cruz, Tarija. Herbarios: GOET, LPB, U. Briólogo.
- Greven, Henk C.** (Holanda, 1936–). 1999; La Paz, Potosí. Herbario: Personal? No hay duplicados depositados en los herbarios de Bolivia. Briólogo.
- Gutiérrez, Julia** (Bolivia, 1972–). 2004; Chuquisaca. Herbarios: HSB; MO.
- Heinrichs, Jochen** (Alemania, 1969–). 1997, 1999; Beni, Cochabamba, La Paz, Santa Cruz. Herbarios: GOET, LPB. Briólogo. Algunas de sus colecciones fueron realizadas con J. Müller.
- Hennipman, Elbert** (Holanda, 1937–). 1990; Cochabamba. Herbario: LPB. Pteridólogo.
- Hensen, Isabel** (?). 1980, 1991; Cochabamba. Herbario: LPB
- Hermann, Fredrick Joseph** (Estados Unidos, 1906–1987). 1972; Cochabamba, La Paz, Santa Cruz. Herbarios: US; MICH, MO, NY. Referencias: Hermann & Robinson 1974, Hermann 1976.
- Herzog, Theodor Karl Julius** (Alemania, 1880–1961; Figura 1). 1907–1908, 1910–1911; Cochabamba, La Paz, Santa Cruz, Tarija. Herbarios: JE; B, BM, G, L, NY, PC, S. Briólogo. Referencias: Herzog 1910a, 1910b, 1916, 1916a, 1920, 1942.
- Holst, Bruce K.** (Estados Unidos, 1957–). 1995; Chuquisaca. Herbarios: MO; LPB, NY, USZ.
- Huaylla, Hibert** (Bolivia, 1974–). 2004–2006; Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Tarija. Herbarios: HSB, LPB, MO, USZ.
- Inturias A., Yanina** (Bolivia, 1988–; Figura 4). 2008–2009; Beni, Chuquisaca, Santa Cruz. Herbarios: USZ; MO.
- Irahola I., Nancy** (?). 1972; La Paz. Herbarios: MICH, US.
- Jaffuel, Félix** (Francia, 1874–1939). 1922–1924; La Paz. Herbario: PC. Referencia: Thériot 1929. Dos localidades son mencionadas: 1) Kala Uyu, 4200–5000 m (15 km N de La Paz), 2) Mururata, 4500–5000 m.
- Jay, Pierre** (Estados Unidos, 1870–1949). 1893; La Paz. Herbarios: NY; BM, PC, YU. Asociado con bancos e inversiones. Todas las colecciones fueron realizadas en el Departamento de La Paz en inmediaciones de La Paz y Sorata.

- Jiménez, Ivan** (Bolivia). 2003, 2004; Cochabamba, La Paz. Herbarios: GOET, LPB; MO. Colectas de la Cordillera de Mosestenes, con T. Krömer.
- Jiménez, Juan A.** (España, 1976–). 2007; Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz. Herbarios: MUB; LPB, MO. Briólogo.
- Jordán, Claudia** (Bolivia, 1976–). 2003; Cochabamba, Santa Cruz. Herbarios: USZ; LPB, MO. Con I. Vargas y M. Muñoz.
- Knoche, Edith** (Alemania). 1904, 1909; La Paz. Herbario: H. Referencia: Perkins 1912.
- Krapovikas, Armando** (Argentina, 1951–). 1996; La Paz. Herbario: LPB.
- Lewis, Marko A.** (Estados Unidos, 1947–; Figura 2). 1979, 1980, 1982–1991; Beni, Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz, Tarija. Herbarios: F, LPB; GOET, MICH, MO, NY. Referencias: Lewis 1983, 1990a, 1991. El número estimado de colectas de briofitas excede 16.000. Briólogo.
- Libermann Cruz, Máximo** (Bolivia, 1954–). 1985; La Paz. Herbario: LPB.
- Linneo, Ivan** (Bolivia, 1978–; Figura 4). 2005–2009; Beni, Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz, Tarija. Herbarios: USZ; LPB, MO.
- Lliully, Ariel** (Bolivia, 1984–). 2005, 2006; Chuquisaca. Herbarios: HSB; MO, USZ.
- Lorentz, Paul G.** (Alemania, 1835–1881). 1873 (1870–1876); Potosí, Tarija. Herbarios: AR, BM, GOET, JE, M, NY, S. Referencia: Müller 1897. Residente en Argentina, profesor de escuela y colector de plantas.
- Lozano, Reinaldo** (Bolivia, 1980–; Figura 3). 2003–2007; Chuquisaca, Cochabamba. Herbarios: HSB; LPB, MO, USZ.
- Magombo, Zacharia** (Malawi, 1965–). 1999; Cochabamba, La Paz. Colectas no devueltas a Bolivia (LPB) y pocos (5) duplicados en MO. Briólogo.
- Maldonado, Carla** (Bolivia, 1979–). 2003; La Paz. Herbario: LPB.
- Mandon, Gilbert** (Francia, 1799–1867). Ca. 1855–1861; La Paz. Herbarios: BM, G, NY. Referencias: Britton 1896, Müller 1897. Director de mina en Sorata. Colector de plantas.
- McQueen, Cyrus B.** (Estados Unidos, 1951–1999). 1991; Cochabamba, La Paz. Herbario: LPB.
- Meenks, Jan L.D.** (Holanda). 1982; Cochabamba, La Paz. Herbarios: U; LPB *p.p.* Referencias: Meenks 1987, Meenks & De Jong 1985.
- Mendoza, Moisés** (Bolivia, 1976–). 2004, 2005; Santa Cruz, Tarija. Herbarios: USZ; MO.
- Meneses, Rosa Isela** (Bolivia, 1970–; Figura 3). 2003, La Paz. Herbario: LPB.
- Mexía, Ynés** (Estados Unidos, 1870–1938). 1935; La Paz. Herbarios: FH, MO, NY, UC. Colectora de plantas.
- Mogro, Fabiana** (Bolivia, 1978–; Figura 3). 2003, 2004; Chuquisaca, Cochabamba, Santa Cruz. Herbarios: BOLV; MO, USZ.
- Moraes, Mónica** (Bolivia, 1960–). 1986; La Paz. Herbario: LPB.
- Müller, Jochen** (Alemania, 1968–). 1999; La Paz. Herbarios: GOET, LPB.
- Muñoz, Miguelina** (Bolivia, 1969–). 2003; Santa Cruz. Herbarios: USZ; MO.

- Nee, Michael** (Estados Unidos, 1947–). 1987, 1988, 1991, 1999; Cochabamba, Santa Cruz. Herbarios: LPB, MO, NY, USZ.
- d'Orbigny, (Alcides) Charles Dessaline** (Francia; 1806–1876; Figura 1). 1830–1833; Beni, La Paz, Potosí, Santa Cruz. Herbario: PC. Referencia: Montagne 1838, 1839. Naturalista. Ver la siguiente página de Internet con el tratado de briofitas de Montagne 1839.
<http://www.botanicus.org/page/1024356>
- Ostria, C.** (Francia). 1984; La Paz, Oruro. Herbario: LPB.
- Pearce, Richard W.** (Inglaterra, aprox. 1835–1868). Entre 1859–1865; colectas probablemente restringidas al departamento de La Paz. Herbarios: BM, G. Empleado de la firma de horticultura Chelsen de James Veitch & Sons. Colectó en Chile, Ecuador, Perú y Bolivia de aprox. de 1859 a 1865. Aparentemente murió de fiebre amarilla a la edad de 30 años (conflictos con la fecha de nacimiento). Pearce es reconocido por el redescubrimiento de la begonia tuberosa en Bolivia.
- Pflanz, Karl (Carl)** (Alemania, 1872–1925). 1904, 1910; La Paz. Herbario: H. Referencia: Perkins 1912.
- Prescott, M.** (?). 1989; Pando. Herbario: LPB. Colectas realizadas con J.M. Cardiel.
- Price, Michelle J.** (Inglaterra, 1972–). 1999; Cochabamba, La Paz. Herbarios: LPB, MO. Briólogo.
- Reese, William D.** (Estados Unidos, 1928–2002). 1978; Beni. Herbarios: MO, NY. Referencia: Reese 1979. Briólogo, especialista en Calymperaceae.
- Reinaga, V. (?)**. 1986; La Paz. Herbario: LPB.
- Reiner–Drehwald, María Elena** (Argentina, 1958–). 2000, 2001; La Paz. Herbarios: GOET, LPB, MO. Brióloga.
- Ritter, Nur** (Estados Unidos, 1953–). 1995, 1998. Santa Cruz. Herbarios: USZ; LPB, MO. Dedicado al estudio plantas acuáticas.
- Rocabado, Diana** (Bolivia, 1982–). 2002–2007; Beni, Pando, Santa Cruz. Herbarios: USZ; MO. Micóloga.
- Rose, Joseph Nelson** (Estados Unidos, 1862–1928). 1914; La Paz. Herbario: NY. Referencia: Williams 1915.
- Rusby, Henry H.** (Estados Unidos, 1855–1940; Figura 1). 1885–1887; La Paz. Herbarios: NY; BM. Referencias: Spruce 1890, Britton 1896, Müller 1897. Probablemente todas sus colecciones fueron realizadas en el departamento de La Paz.
- Saldias, Mario** (Bolivia, 1964–). 1989; La Paz. Herbarios: MO, USZ.
- Sanjines, Adriana** (Bolivia, 1976–). 2000; Beni. Herbario: LPB.
- Sanjines, Ninel** (Bolivia, 1978–; Figuras 3 y 4). 2003–7; La Paz, Potosí, Santa Cruz. Herbarios: LPB; MO, USZ. Brióloga.
- Schmidt, Eberhard** (Alemania, 1906–1974). 1951–1952; La Paz (posiblemente Santa Cruz). Herbarios: HBG, M. Referencia: Müller 1955. Dendrólogo, colector de muestras de madera. Colectó hepáticas, no se conoce si colectó musgos.
- Schmit, J.P.** (?). 1991, 1992; La Paz. Herbario: LPB.
- Schäfer–Verwimp, Alfons** (Alemania, 1950–). 1989; La Paz. Herbario: personal. Briólogo. No hay duplicados de sus colec-

ciones depositados en los herbarios de Bolivia.

Serrano, Martha (Bolivia, 1968–). 1995, 2005; Chuquisaca, Tarija. Herbarios: HSB; LPB, MO, USZ.

Siñani, R. (?). 2000; La Paz. Herbario: LPB.

Solomon, James C. (Estados Unidos, 1952–). 1981–1983, 1985–1987; Beni, Cochabamba, La Paz, Santa Cruz, Tarija. Herbarios: LPB, MO.

Stab, Sabine (Alemania). 1989; La Paz. Herbario: LPB.

Steinbach G., José (Bolivia, ?–1930). 1920; Cochabamba. Herbario: MO.

Troll, Karl (Carl) (Alemania, 1899–1975). 1927–1928; La Paz. Herbarios: JE, PC. Referencia: Herzog 1934. Reconocido geógrafo y colector de plantas.

Vargas C., Israel G. (Bolivia, 1965–). 1989, 1990, 1992, 1994, 1996; Santa Cruz. Herbarios: USZ; LPB, MO, NY.

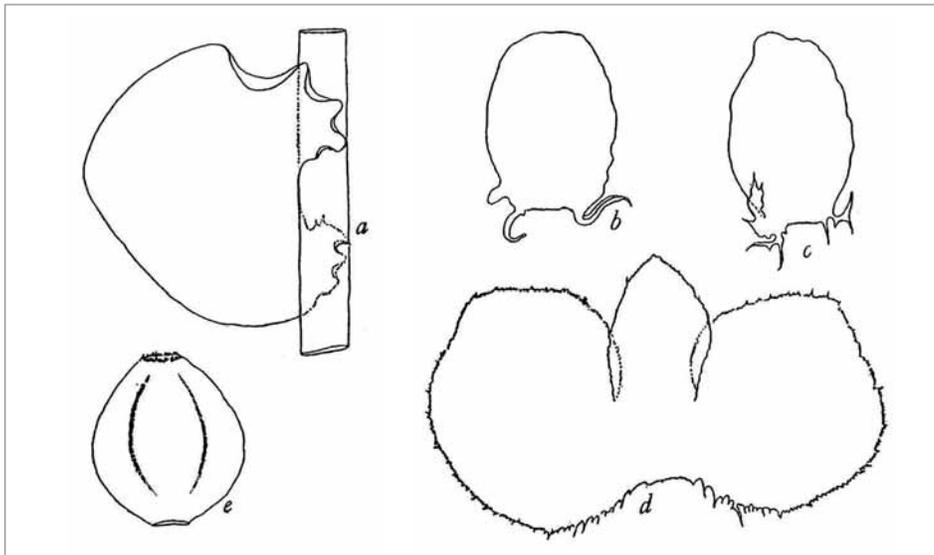
Villalobos, Jeaneth (Bolivia, 1985–). 2005; Chuquisaca. Herbarios: HSB; MO.

Villarroel, Daniel (Bolivia, 1981–Figura 4). 2008. La Paz. Herbarios: USZ; MO.

Weddell, Hugh A. (nació en Inglaterra, vivió en Francia; 1819–1877). 1847; probablemente colectó en La Paz. Herbario: BM.

Williams, Robert Statham (Estados Unidos, 1859–1945; Figura 1). 1901–1902; La Paz, Santa Cruz. Herbarios: NY; BM, MO. Briólogo. Referencias: Williams 1909, 1915.

Wood, John R.I. (Inglaterra, 1944–). 1993–1995, 1997, 1999; Chuquisaca, Cochabamba, Santa Cruz. Herbarios: E, LPB, MO.



Porella squamulifera (Taylor) Trevis. (Porellaceae). Especie descrita originalmente por Stephani como *Madotheca renifolia* Steph. Ilustración de Herzog (1916. 87: 236. Fig. 181).

INVENTARIOS Y RECURSOS

El inventario de las briofitas de Bolivia, como fue discutido en el capítulo de historia, abarca un periodo de casi 180 años. Se estima que se han realizado alrededor de 36.000 colecciones de briofitas. Durante la última década aproximadamente 17.000 colecciones han sido introducidas en la base de datos del sistema Trópicos y esta información está disponible vía Internet (Trópicos 2009). Las colecciones restantes que no han sido incluidas en la base de datos reúne a un gran número de especímenes de Marko Lewis que aún no han sido determinados (aprox. 6.000) y aquellos especímenes históricos que se encuentran en los herbarios de Europa y Norte América (aprox. 5.000). Futuras colecciones así como las numerosas colecciones sin identificación de Lewis brindarán una mayor resolución de la distribución de las especies.

Una de las ventajas más importantes de tener una base de datos de las colecciones es la habilidad de emplear esta información para brindar el primer análisis de los sitios donde han sido colectados los especímenes. Todas las colecciones con coordenadas de Trópicos fueron descargadas para obtener una representación visual de los sitios donde se han realizado colecciones en Bolivia (Fi-

gura 5). El mapa muestra todos los sitios en el país (puntos) donde se han realizado colecciones que están registradas en la base de datos. Cualquier punto puede representar una sola colección o más de cien colecciones. Observando el mapa es obvio que la concentración de localidades se encuentra a lo largo de la cadena oriental de la Cordillera de los Andes. Existen áreas extensas (en blanco) sin información o colecciones. Sin embargo, la mayoría de las ecoregiones de Bolivia han sido muestreadas (ver adelante), algunas con mayor intensidad (Yungas, Tucumano-Boliviano) y otras sólo mínimamente, p. ej., bosque Amazónico, Chiquitano y especialmente el Chaco.

Un análisis más profundo de la información de las localidades consiste en examinar la densidad de los especímenes colectados (Figura 6). Brindando una mejor estimación de la concentración de esfuerzos de colecta. Evidentemente las colecciones se han enfocado en los Yungas y la puna húmeda, sin embargo, es importante considerar esta información en relación al número de especies presentes en las diferentes áreas y la diversidad de especies en las diferentes ecoregiones (ver diversidad en las ecoregiones). El número de especies representadas en la cua-

drícula (25 x 25 km) puede ser alto como en los Yungas o muy bajo como en el Chaco. Una elevada concentración es evidente en ambientes como Madidi, La Paz, Chapare y la Serranía de Siberia. Con una mayor re-

solución se puede observar que la mayor parte de los parques nacionales Carrasco y Amoró no han sido muestreados, así como la región de Altimachi ubicada entre el Chapare y la región de Apolobamba.

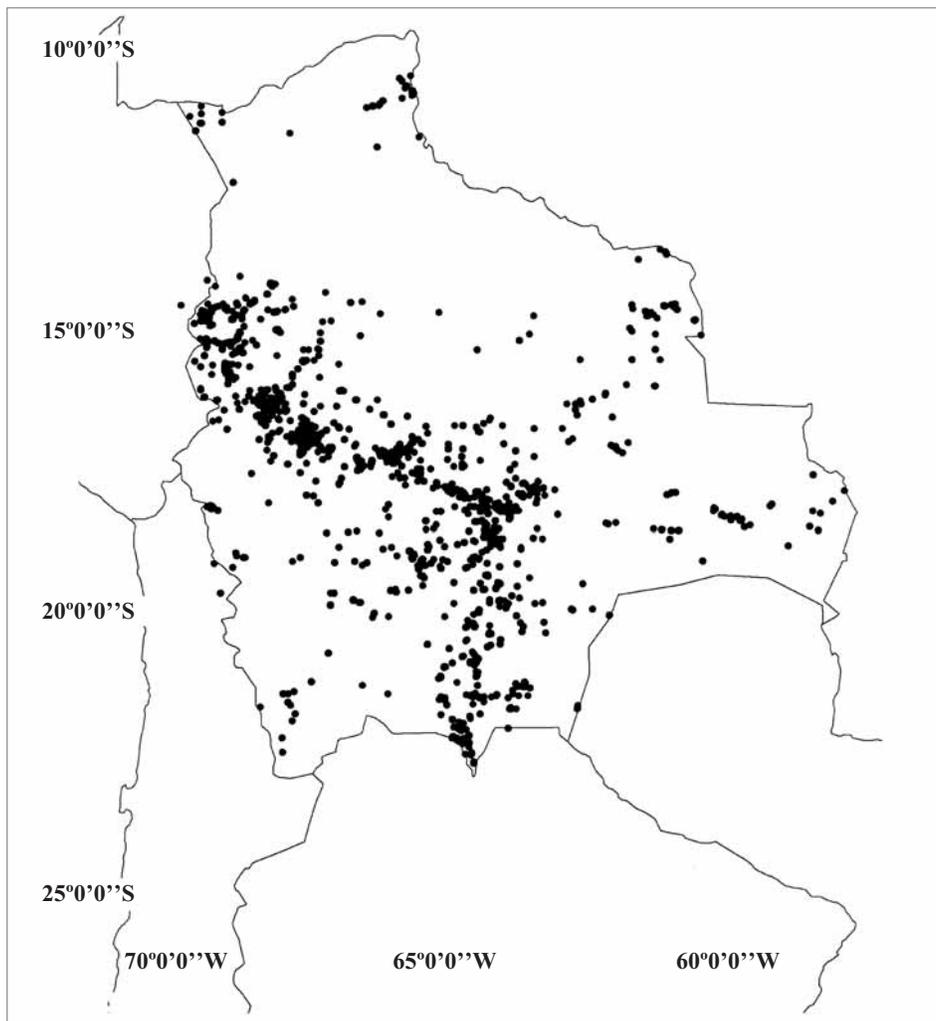


Figura 5. Localidades en Bolivia donde se han realizado colecciones de briofitas.

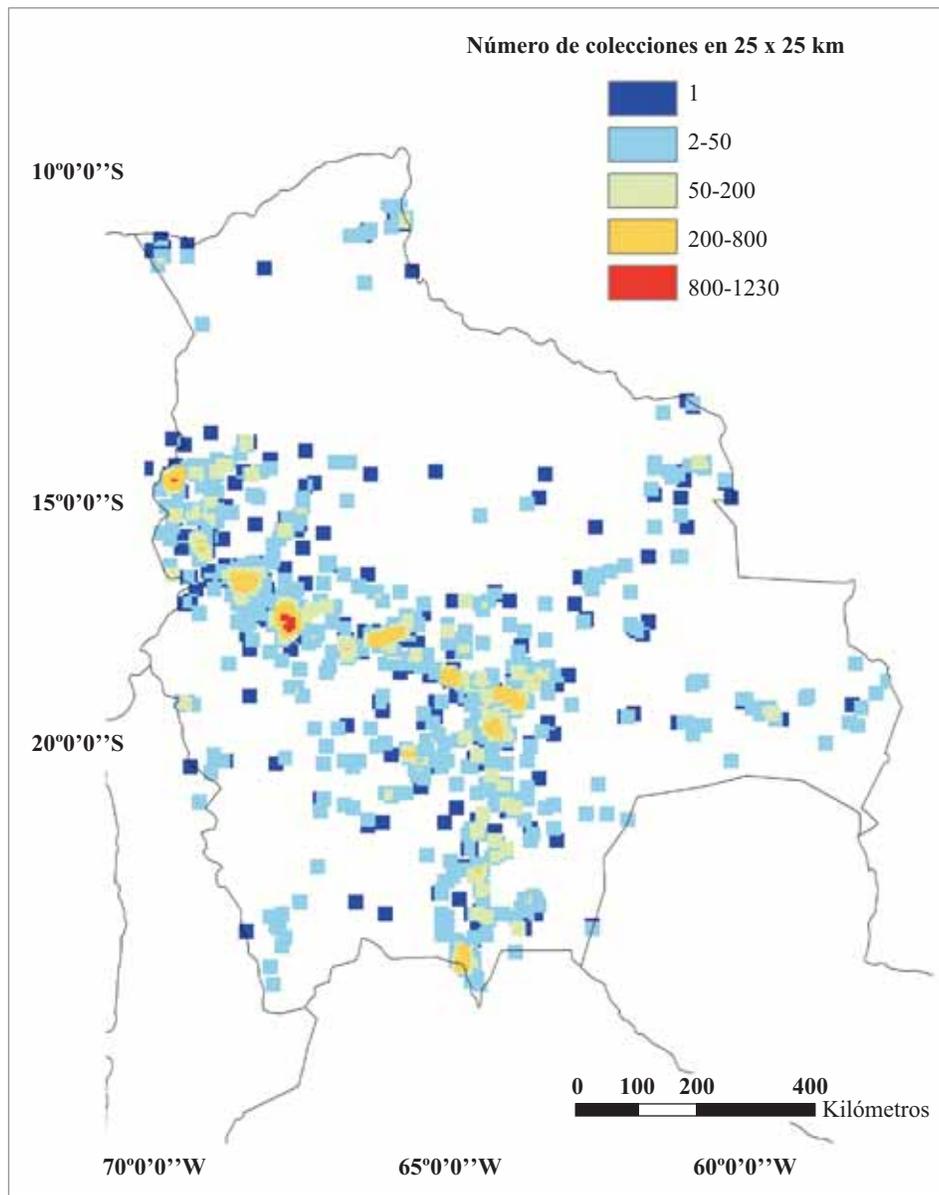


Figura 6. Densidad de colecciones realizadas en Bolivia.

El desarrollo de la infraestructura respecto a la briología tuvo también mayores avances en términos de provisión de literatura, equipamiento de mayor precisión y colecciones. El desarrollo de colecciones briológicas de referencia en herbarios institucionales como BOLV, HSB, LPB y USZ han sido la mayor contribución a los recursos de historia natural del país; el Herbario Nacional de Bolivia en La Paz actualmente tiene más de 16.000 colecciones. Otro paso importante involucra la reorganización y reempaque de las colecciones de briofitas del Herbario Nacional de Bolivia (LPB) de 2006 a 2008. Adicional-

mente todas las colecciones fueron registradas en una base de datos por Ninel Sanjines y Claudia Aldana. El Herbario del Oriente Boliviano, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado en Santa Cruz antes de 2001 tenía cerca a 500 colecciones en su mayoría sin nombre. Tanto el Herbario Nacional Forestal Martín Cárdenas en Cochabamba como el Herbario Chuquisaca en Sucre no tenían colecciones de briofitas antes de 2001. El estado actual de los herbarios bolivianos que contienen briofitas es presentado en la Tabla 2.

Tabla 2. Herbarios institucionales bolivianos que contienen colecciones de briofitas.

Acronimo del Herbario	Nombre del Herbario e Institución Universitaria	Año de Fundación	Número total de Briofitas	Número de hepáticas (y antoceros)	Número de Musgos
BOLV	Herbario Nacional Forestal Martín Cárdenas, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba	1975	2.391	125	2.266
HSB	Herbario Chuquisaca, Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre	1998	1.573	207	1.366
LPB	Herbario Nacional de Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz	1984	16.380	2.721	13.659
USZ	Herbario del Oriente Boliviano, Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz	1986	9.221	1.582	7.639

DIVERSIDAD TAXONÓMICA

El número de briofitas aceptado para Bolivia en esta lista es de 1.399 especies distribuidas en 387 géneros y 106 familias (Tabla 3). Los taxa aceptados están basados en colecciones de los herbarios bolivianos y varios de Norteamérica y Europa. Las revisiones taxonómicas son la fuente principal de las especies aceptadas. Fuentes secundarias incluyen a estudios florísticos seleccionados. El número de sinónimos reconocidos es ligeramente mayor a 930 taxa; y se basan mayormente en estudios de revisión que se han realizado durante los últimos 30 años. Son excluidas provisionalmente más de 500 especies de briofitas previamente descritas como especies nuevas o reportes para Bolivia.

Los estudios taxonómicos han demostrado que muchas especies descritas a fines del siglo XIX y principios del XX son sinónimos de especies que fueron descritas previamente, particularmente en los Andes tropicales. El reconocimiento de esas especies se basaba principalmente en pequeñas

diferencias morfológicas, actualmente denominadas triviales, p. ej., tamaño de la planta, forma de la hoja, longitud de la seta, entre otras. En el caso de Bolivia, Britton, Herzog, Williams y posiblemente Spruce fueron selectivos, reconociendo por lo menos algunas especies descritas previamente, en adición a sus propias especies nuevas. Lo mismo no se puede decir de Stephani con las hepáticas o Müller con los musgos; ya que ambos describieron indiscriminadamente como especies nuevas a casi todas las colecciones que recibían. Actualmente se considera que Stephani y Müller describieron la mayor cantidad de hepáticas y musgos erróneos que cualquier otro briólogo. Entre 1890 y 1930 se describieron cerca a 1.000 especies nuevas de las colecciones realizadas en Bolivia. Se ha comprobado que una fracción de estas especies es distinta, algunas incluso son endémicas, pero la mayoría tiene una distribución amplia. Las discusiones para hepáticas, antoceros y musgos son tratadas por separado adelante.

Tabla 3. Diversidad taxonómica de briofitas de Bolivia.

Taxón	Familias	Géneros	Especies
Hepáticas	35	109	477
Antoceros	2	3	4
Musgos	69	275	918
Total	106	387	1.399

HEPÁTICAS

El número de hepáticas reconocido para Bolivia es de 477 especies distribuidas en 109 géneros y 35 familias (Tabla 4). Las hepáticas endémicas están representadas por 17 especies. Las diez familias más diversas (Tabla 5) agrupan a una porción importante de las especies (83%). Lejeuneaceae es con amplia diferencia la familia más diversa de hepáticas, tanto para especies (138) como para géneros (39); en los trópicos Lejeuneaceae es la familia más grande. Las familias Plagiochilaceae y Frullaniaceae están también entre las más diversas, pero ambas están representadas por un único género, *Plagiochila* y *Frullania* respectivamente. Los diez géneros más diversos de un total de 109, reúnen cerca al 50% del las especies registradas en el país (Tabla 5). La primera valoración de las hepáticas bolivianas fue realizada por Gradstein et al. (2003) enumerando 415 especies, 99 géneros y 32 familias. Estos autores sugieren que

el número de hepáticas registrado en Bolivia se podría incrementar y éste ha sido el caso, en parte debido a los estudios realizados en campo y en los herbarios de Bolivia, pero también como un resultado del importante número de estudios de revisión de familias y géneros.

El número de especies registrado en otros países de los Andes tropicales incluye a Colombia con 840 especies (Uribe & Gradstein 1998, 1999) y Ecuador con 615 especies y 80 especies adicionales consideradas dudosas (León-Yáñez et al. 2006). A pesar de estar desactualizado el catálogo de las hepáticas de Perú contiene 508 especies (Menzel 1984). Estos catálogos sugieren que el número potencial de las hepáticas en Bolivia puede exceder a las 500 especies, como afirma Gradstein et al. (2003). La flora de hepáticas de Bolivia requiere mayor énfasis en colecciones y estudios en los herbarios.

Tabla 4. Resumen de la diversidad taxonómica de hepáticas de Bolivia representada por 477 especies distribuidas en 109 géneros y 35 familias. La lista de familias y géneros está en orden alfabético, después de cada familia está el número de géneros/especies y las especies endémicas entre paréntesis.

Acrobolbaceae 2/2	Arnellaceae 1/2	<i>Mnioloma</i> 4 (1)
<i>Lethocolea</i> 1	<i>Gongylanthus</i> 2	Cephaloziaceae 3/7
<i>Tylimanthus</i> 1	Aytoniaceae 2/3 (1)	<i>Cephalozia</i> 3
Adelanthaceae 1/4	<i>Asterella</i> 2 (1)	<i>Nowellia</i> 1
<i>Adelanthus</i> 4	<i>Plagiochasma</i> 1	<i>Odontoschisma</i> 3
Aneuraceae 2/17 (2)	Balantiopsaceae 2/7	Cephaloziellaceae 3/3
<i>Aneura</i> . 1	<i>Isotachis</i> 5	<i>Cephaloziella</i> 1
<i>Riccardia</i> 16 (2)	<i>Neesioscyphus</i> 2	<i>Cephaloziopsis</i> 1
Antheliaceae 1/1	Calypogeiaceae 2/10 (1)	<i>Kymatocalyx</i> 1
<i>Anthelia</i> 1	<i>Calypogeia</i> 6	

Cont. Tabla 4.

Cleveaceae 1/1	<i>Colura</i> 2	Lophocoleaceae 4/22
<i>Athalamia</i> 1	<i>Cyclolejeunea</i> 3	<i>Chiloscyphus</i> 13
Corsiniaceae 1/1	<i>Dicranolejeunea</i> 1	<i>Clasmatocolea</i> 1
<i>Cronisia</i> 1	<i>Diplasiolejeunea</i> 8	<i>Heteroscyphus</i> 3
Fossombroniaceae 1/1	<i>Drepanolejeunea</i> 5	<i>Leptoscyphus</i> 5
<i>Austrofossombronia</i> 1	<i>Frullanooides</i> 3	Lunulariaceae 1/1
Frullaniaceae 1/45 (3)	<i>Harpalejeunea</i> 5	<i>Lunularia</i> 1
<i>Frullania</i> 45 (3)	<i>Lejeunea</i> 18	Marchantiaceae 2/7
Gymnomitriaceae 3/5 (1)	<i>Lepidolejeunea</i> 2	<i>Dumortiera</i> 1
<i>Gymnomitrium</i> 1	<i>Leptolejeunea</i> 2	<i>Marchantia</i> 6
<i>Marsupella</i> 1	<i>Leucolejeunea</i> 1	Metzgeriaceae 1/30
<i>Stephaniella</i> 3 (1)	<i>Lopholejeunea</i> 2	<i>Metzgeria</i> 30
Herbertaceae 2/3	<i>Macrolejeunea</i> 3	Monocleaceae 1/1
<i>Herbertus</i> 2	<i>Marchesia</i> 2	<i>Monoclea</i> 1
<i>Triandrophyllum</i> 1	<i>Mastigolejeunea</i> 1	Pallaviciniaceae 3/12
Jungermanniaceae 9/23	<i>Microlejeunea</i> 3	<i>Jensenia</i> 1
<i>Anastrophyllum</i> 7	<i>Myriocoleopsis</i> 1	<i>Pallavicinia</i> 1
<i>Andrewsianthus</i> 1	<i>Odontolejeunea</i> 3	<i>Symphogyna</i> 10
<i>Cryptochila</i> 1	<i>Omphalanthus</i> 3	Pelliaceae 1/1
<i>Gymnocoleopsis</i> 1	<i>Prionolejeunea</i> 3	<i>Noteroclada</i> 1
<i>Jamesoniella</i> 2	<i>Pycnolejeunea</i> 2	Plagiochilaceae 2/57 (4)
<i>Jungermannia</i> 3	<i>Rectolejeunea</i> 1	<i>Plagiochila</i> 56 (4)
<i>Lophozia</i> 2	<i>Schiffneriolejeunea</i> 1	<i>Plagiochilion</i> 1
<i>Nardia</i> 1	<i>Stictolejeunea</i> 1	Pleuroziaceae 1/1
<i>Syzygiella</i> 5	<i>Symbiezidium</i> 1	<i>Pleurozia</i> 1
Lejeuneaceae 40/138 (1)	<i>Taxilejeunea</i> 10	Porellaceae 1/7
<i>Acanthocoleus</i> 2	<i>Xylolejeunea</i> 1	<i>Porella</i> 7
<i>Acrolejeunea</i> 2	Lepicoleaceae 1/3	Radulaceae 1/22 (2)
<i>Amphilejeunea</i> 2	<i>Lepicolea</i> 3	<i>Radula</i> 22 (2)
<i>Anoplolejeunea</i> 1	Lepidoziaceae 8/32	Ricciaceae 2/2 (1)
<i>Aphanolejeunea</i> 6	<i>Arachniopsis</i> 1	<i>Riccia</i> 1 (1)
<i>Archilejeunea</i> 3	<i>Bazzania</i> 13	<i>Ricciocarpos</i> 1
<i>Blepharolejeunea</i> 1	<i>Kurzia</i> 1	Scapaniaceae 1/1
<i>Brachiolejeunea</i> 2	<i>Lepidozia</i> 11	<i>Scapania</i> 1
<i>Bryopteris</i> 2	<i>Micropterygium</i> 3	Targioniaceae 1/1
<i>Caudalejeunea</i> 1	<i>Mytilopsis</i> 1	<i>Targionia</i> 1
<i>Ceratolejeunea</i> 10 (1)	<i>Telaranea</i> 1	Trichocoleaceae 1/4
<i>Cheilolejeunea</i> 11	<i>Zoopsidella</i> 1	<i>Trichocolea</i> 4
<i>Cololejeunea</i> 7		

Tabla 5. Las 10 familias y géneros de hepáticas con mayor número de especies de Bolivia. El porcentaje por familia y género está basado en el número total de hepáticas de Bolivia (477).

Familia	No. de especies	Género	No. de especies
Lejeuneaceae	138	<i>Plagiochila</i> (Plagiochilaceae)	56
Plagiochilaceae	57	<i>Frullania</i> (Frullaniaceae)	45
Frullaniaceae	45	<i>Metzgeria</i> (Metzgeriaceae)	30
Lepidoziaceae	32	<i>Radula</i> (Radulaceae)	22
Metzgeriaceae	30	<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	398 (83%)		234 (49%)

ANTOCEROS

Los antoceros son un grupo taxonómico pequeño en comparación a las hepáticas y musgos. En el Neotrópico se reconocen alrededor de 30 especies (Gradstein et al. 2001). En Bolivia se aceptan cuatro especies, distribuidas en tres géneros y dos familias. Muy pocas colecciones han sido realizadas en Bolivia por lo que se necesita brindar mayor énfasis a este grupo en términos de colectas de campo. A diferencia de las hepáticas y los musgos, los antoceros no juegan un rol importante en los ecosistemas bolivianos. En general es muy necesario resolver la taxonomía de los antoceros y brindar un tratamiento funcional para el Neotrópico.

El número de antoceros registrados en otros países de los Andes tropicales incluye a Colombia con ocho especies, cuatro géneros y dos familias (Uribe & Gradstein 1998), Ecuador con 15 especies, seis géneros y tres familias (León-Yáñez et al. 2006) y

Perú con nueve especies, cuatro géneros y dos familias. Estas estimaciones sugieren que en Bolivia el número potencial de antoceros puede alcanzar de 8-10 especies.

MUSGOS

La diversidad de musgos de Bolivia está estimada en 918 especies distribuidas en 275 géneros y 69 familias (Tabla 6). Los musgos endémicos están representados por 64 especies. Las diez familias más diversas de las 69 registradas en Bolivia agrupan al 62% del total de las especies (Tabla 7); entre éstas se incluyen las familias monogénicas Fissidentaceae y Sphagnaceae. Otras familias particularmente diversas son Macromitriaceae (27 especies), Hypnaceae (21) Neckeraceae (20) y Calymperaceae (19). Las dos familias con mayor diversidad de géneros son Pottiaceae (32) y Dicranaceae (23). Los diez géneros más diversos

de un total de 275, reúnen al 26% de las especies registradas en Bolivia (Tabla 7). Treinta y nueve de las familias están representadas por un solo género. Otros géneros diversos, cada uno con 14 especies, incluyen a *Didymodon*, *Lepidopilum*, *Macromitrium*, *Sematophyllum* y *Syrrhopodon*.

El número de musgos registrado en otros países de los Andes tropicales (Churchill 2009) incluye a Venezuela con 734 especies, Colombia 915, Ecuador 807, Perú 775 y Bolivia 901. Tanto Colombia como Bolivia

son muy similares en cuanto al número de especies. El reducido número de especies registradas en Venezuela (734) puede deberse a la relativamente pequeña área ocupada por los Andes (Cordillera de Mérida). Ecuador, pese a su tamaño (menor que el departamento boliviano de Santa Cruz) es proporcionalmente muy rico. La situación de Perú, con sólo 775 especies registradas, se debe a la falta de inventarios y publicaciones resultantes; por lo que es muy probable que Perú en todos los grupos sea tan o más rico que Colombia o Bolivia.

Tabla 6. Resumen de la diversidad taxonómica de musgos de Bolivia representada por 918 especies distribuidas en 275 géneros y 69 familias. La lista de familias y géneros está en orden alfabético; después de cada familia está el número de géneros/especies y las especies endémicas entre paréntesis. Los géneros endémicos están denotados con asterisco.

Amblystegiaceae 12/20 (2)	<i>Breutelia</i> 17 (1)	<i>Anomobryum</i> 7 (2)
<i>Amblystegium</i> 3	<i>Conostomum</i> 3 (2)	<i>Brachymenium</i> 11
<i>Anacamptodon</i> 1	<i>Flowersia</i> 1	<i>Bryum</i> 34 (2)
<i>Campylophyllum</i> 1	<i>Leiomela</i> 2	<i>Epipterygium</i> 1
<i>Cratoneuron</i> 1	<i>Philonotis</i> 13	<i>Leptobryum</i> 1
<i>Drepanocladus</i> 4	<i>Plagiopus</i> 1	<i>Mielichhoferia</i> 5 (4)
<i>Hygrohypnum</i> 1	Brachytheciaceae 13/36 (5)	<i>Orthodontium</i> 3
<i>Koponenia</i> * 1 (1)	<i>Aerolindigia</i> 1	<i>Pohlia</i> 6
<i>Pseudocalliergon</i> 1	<i>Brachythecium</i> 12 (2)	<i>Rhodobryum</i> 6
<i>Scorpidium</i> 2	<i>Eurhynchium</i> 2	<i>Schizymenium</i> 17 (3)
<i>Straminergon</i> 1	<i>Flabellidium</i> * 1 (1)	Calymperaceae 2/19
<i>Vittia</i> 2 (1)	<i>Kindbergia</i> 1	<i>Calymperes</i> 5
<i>Warnstorfia</i> 2	<i>Lindigia</i> 1	<i>Syrrhopodon</i> 14
Andreaeaceae 2/6	<i>Mandoniella</i> * 1 (1)	Catagoniaceae 1/2
<i>Acroschisma</i> 1	<i>Meteoridium</i> 2	<i>Catagonium</i> 2
<i>Andreaea</i> 5	<i>Palamocladium</i> 1	Cryphaeaceae 2/11 (1)
Anomodontaceae 2/2	<i>Platyhypnidium</i> 2 (1)	<i>Cryphaea</i> 9 (1)
<i>Anomodon</i> 1	<i>Rhynchostegium</i> 2	<i>Schoenobryum</i> 2
<i>Herpetineuron</i> 1	<i>Squamidium</i> 6	Daltoniaceae 4/13
Aulacomniaceae 1/1	<i>Zelometeorium</i> 4	<i>Adelothecium</i> 1
<i>Aulacomnium</i> 1	Bruchiaceae 1/2	<i>Calyptrochaeta</i> 1
Bartramiaceae 8/47 (4)	<i>Trematodon</i> 2	<i>Daltonia</i> 10
<i>Anacolia</i> 1	Bryaceae 11/99 (12)	<i>Leskeodon</i> 1
<i>Bartramia</i> 9 (1)	<i>Acidodontium</i> 8 (1)	

Cont. Tabla 6.

Dicranaceae 23/85 (2)	Erpodiaceae 1/5	<i>Rhacopilopsis</i> 1
<i>Amphidium</i> 1	<i>Erpodium</i> 5	<i>Syringothecium</i> 1
<i>Aongstroemia</i> 1	Eustichiaceae 1/1	<i>Taxiphyllum</i> 1
<i>Atractylocarpus</i> 1	<i>Eustichia</i> 1	<i>Vesicularia</i> 1
<i>Bryohumbertia</i> 1	Fabroniaceae 1/3	Hypopterygiaceae 1/1
<i>Camptodontium</i> 2 (1)	<i>Fabronia</i> 3	<i>Hypopterygium</i> 1
<i>Campylopodiella</i> 1	Fissidentaceae 1/39 (1)	Lembophyllaceae 2/6
<i>Campylopus</i> 41	<i>Fissidens</i> 39 (1)	<i>Orthostichella</i> 3
<i>Chorisodontium</i> 3	Funariaceae 3/11 (1)	<i>Pilotrichella</i> 3
<i>Dicranella</i> 4	<i>Entosthodon</i> 9 (1)	Leptodontaceae 1/3
<i>Dicranodontium</i> 2	<i>Funaria</i> 1	<i>Forsstroemia</i> 3
<i>Dicranoweisia</i> 1	<i>Physcomitrium</i> 1	Lepyrodontaceae 1/1
<i>Dicranum</i> 2	Gigaspermaceae 2/2	<i>Lepyrodon</i> 1
<i>Holomitrium</i> 7	<i>Lorentziella</i> 1	Leskeaceae 6/10
<i>Hygrodicranum</i> 1	<i>Neosharpiella</i> 1	<i>Haplocladium</i> 1
<i>Leucoloma</i> 2	Grimmiaceae 8/38 (4)	<i>Leptopterigynandrum</i> 4
<i>Microcampylopus</i> 1	<i>Coscinodon</i> 1 (1)	<i>Leskea</i> 2
<i>Microdus</i> 2	<i>Coscinodontella</i> 1	<i>Leskeadelphus</i> 1
<i>Oreoweisia</i> 4	<i>Grimmia</i> 15 (1)	<i>Lindbergia</i> 1
<i>Pilopogon</i> 3	<i>Indusiella</i> 1/2 (1)	<i>Pseudoleskea</i> 1
<i>Polymerodon</i> * 1 (1)	<i>Jaffueliobryum</i> 1	Leucobryaceae 2/9
<i>Rhabdoweisia</i> 2	<i>Ptychomitrium</i> 5	<i>Leucobryum</i> 7
<i>Sclerodontium</i> 1	<i>Racomitrium</i> 4	<i>Ochrobryum</i> 2
<i>Symblepharis</i> 1	<i>Schistidium</i> 9 (1)	Leucodontaceae 1/1
Diphysciaceae 1/1	Hedwigiaceae 3/10	<i>Pterogoniadelphus</i> 1
<i>Diphyscium</i> 1	<i>Braunia</i> 8	Leucomiaceae 2/2
Ditrichaceae 10/16 (1)	<i>Hedwigia</i> 1	<i>Leucomium</i> 1
<i>Astomiopsis</i> 2	<i>Hedwigidium</i> 1	<i>Rhynchostegiopsis</i> 1
<i>Bryomanginia</i> 1	Helicophyllaceae 1/1	Macromitriaceae 5/27 (4)
<i>Ceratodon</i> 1	<i>Helicophyllum</i> 1	<i>Cardotiella</i> 1
<i>Chrysoblastella</i> 1	Hookeriaceae 1/1	<i>Groutiella</i> 5
<i>Distichium</i> 1	<i>Hookeria</i> 1	<i>Macrocoma</i> 2
<i>Ditrichum</i> 5	Hylocomiaceae 1/2	<i>Macromitrium</i> 14 (4)
<i>Pleuridium</i> 1	<i>Pleurozium</i> 2	<i>Schlotheimia</i> 5
<i>Rhamphidium</i> 1	Hypnaceae 14/21 (1)	Meteoriaceae 4/6
<i>Tristichium</i> 2	<i>Chryso-hypnum</i> 2	<i>Barbellopsis</i> 1
<i>Wilsoniella</i> 1 (1)	<i>Ctenidium</i> 1	<i>Floribundaria</i> 1
Encalyptaceae 1/3	<i>Ectropothecium</i> 1	<i>Meteorium</i> 3
<i>Encalypta</i> 3	<i>Herzogiella</i> 1	<i>Toloxis</i> 1
Entodontaceae 3/9	<i>Hypnum</i> 2	Mniaceae 1/1
<i>Entodon</i> 6	<i>Isopterygium</i> 4 (1)	<i>Plagiomnium</i> 1
<i>Erythrodontium</i> 2	<i>Mittenothamnium</i> 3	Myriniaceae 1/1
<i>Mesonodon</i> 1	<i>Phyllodon</i> 1	<i>Helicodontium</i> 1
Ephemeraceae 1/1	<i>Platygyriella</i> 1	Neckeraceae 8/20
<i>Ephemerum</i> 1/1	<i>Pylaisia</i> 1	<i>Isodrepanium</i> 1

Cont. Tabla 6.

<i>Neckera</i> 4	<i>Chenia</i> 1	Rhacocarpaceae 1/4 (1)
<i>Neckeropsis</i> 2	<i>Didymodon</i> 14 (1)	<i>Rhacocarpus</i> 4 (1)
<i>Pinnatella</i> 1	<i>Dolotortula</i> 1	Rhizogoniaceae 3/4
<i>Porotrichodendron</i> 3	<i>Erythrophyllopsis</i> 2	<i>Leptotheca</i> 1
<i>Porotrichopsis</i> 1	<i>Gertrudiella</i> 1	<i>Pyrrhobryum</i> 2
<i>Porotrichum</i> 7	<i>Hennediella</i> 4	<i>Rhizogonium</i> 1
<i>Thamnobryum</i> 1	<i>Hymenostylium</i> 1	Rhytidiaceae 1/1
Octoblepharaceae 1/4	<i>Hyophila</i> 1	<i>Rhytidium</i> 1
<i>Octoblepharum</i> 4	<i>Leptodontium</i> 15	Rigodiaceae 1/1
Orthotrichaceae 2/28 (6)	<i>Mironia</i> 1	<i>Rigodium</i> 1
<i>Orthotrichum</i> 12	<i>Molendoa</i> 1	Rutenbergiaceae 1/1
<i>Zygodon</i> 16 (6)	<i>Plaubelia</i> 1	<i>Pseudocryphaea</i> 1
Phyllo drepaniaceae 1/1	<i>Pleurochaete</i> 1	Seligeriaceae 1/1
<i>Mniomalia</i> 1	<i>Pseudocrossidium</i> 9	<i>Blindia</i> 1
Phyllogoniaceae 1/3	<i>Rhexophyllum</i> 1	Sematophyllaceae 13/31 (2)
<i>Phyllogonium</i> 3	<i>Sagenotortula</i> 1	<i>Acroporium</i> 3
Pilotrichaceae 11/51 (4)	<i>Saitobryum</i> 1	<i>Aptychella</i> 1
<i>Callicostella</i> 4	<i>Scopelophila</i> 2	<i>Donnellia</i> 1
<i>Callicostellopsis</i> 1	<i>Streptocalyptra</i> 1	<i>Hydropogon</i> 1
<i>Crossomitrium</i> 4	<i>Streptopogon</i> 4	<i>Hydropogonella</i> 1
<i>Cyclodictyon</i> 6 (1)	<i>Streptotrichum*</i> 1 (1)	<i>Meiothecium</i> 1
<i>Helicoblepharum</i> 1	<i>Syntrichia</i> 24 (4)	<i>Potamium</i> 1
<i>Hypnella</i> 3 (1)	<i>Timmia</i> 1	<i>Pterogonidium</i> 1
<i>Lepidopilidium</i> 1	<i>Tortella</i> 1	<i>Schroeterella*</i> 1 (1)
<i>Lepidopilum</i> 14 (1)	<i>Tortula</i> 1	<i>Sematophyllum</i> 14 (1)
<i>Pilotrichum</i> 3	<i>Trichostomum</i> 4 (1)	<i>Taxithelium</i> 2
<i>Thamniopsis</i> 6	<i>Weissia</i> 2	<i>Trichosteleum</i> 3
<i>Trachyxiphium</i> 8 (1)	Prionodontaceae 1/4	<i>Wijkia</i> 1
Plagiotheciaceae 1/3	<i>Prionodon</i> 4	Sphagnaceae 1/19 (4)
<i>Plagiothecium</i> 3	Pterigynandraceae 1/1	<i>Sphagnum</i> 19 (4)
Polytrichaceae 9/15 (1)	<i>Trachyphyllum</i> 1	Splachnaceae 3/6
<i>Atrichum</i> 1	Pterobryaceae 8/10	<i>Brachymitrium</i> 3
<i>Notoligotrichum</i> 1	<i>Calyptothecium</i> 1	<i>Splachnum</i> 1
<i>Oligotrichum</i> 1	<i>Henicodium</i> 1	<i>Tayloria</i> 2
<i>Pogonatum</i> 5	<i>Jaegerina</i> 1	Splachnobryaceae 1/1
<i>Polytrichadelphus</i> 2 (1)	<i>Orthostichidium</i> 1	<i>Splachnobryum</i> 1
<i>Polytrichastrum</i> 1	<i>Orthostichopsis</i> 2	Stereophyllaceae 5/7
<i>Polytrichum</i> 2	<i>Pirella</i> 2	<i>Entodontopsis</i> 3
<i>Psilopilum</i> 1	<i>Pterobryon</i> 1	<i>Eulacophyllum</i> 1
<i>Steereobryon</i> 1	<i>Pterobryopsis</i> 1	<i>Juratzkaea</i> 1
Pottiaceae 32/110 (7)	Racopilaceae 1/2	<i>Pilosium</i> 1
<i>Aloina</i> 1	<i>Racopilum</i> 2	<i>Stereophyllum</i> 1
<i>Aloinella</i> 2	Regmatodontaceae 1/1	Thuidiaceae 3/13
<i>Anoetangium</i> 1	<i>Regmatodon</i> 1	<i>Pelekium</i> 7
<i>Barbula</i> 3	Rhachitheciaceae 1/1	<i>Rauiella</i> 2
<i>Bryoerythrophyllum</i> 6	<i>Tisserantiella</i> 1	<i>Thuidium</i> 4

Tabla 7. Las 10 familias y géneros con mayor número de especies de musgos de Bolivia. El porcentaje por familia y género está basado en el número total de musgos de Bolivia (917).

Familia	No. de especies	Género	No. de especies
Pottiaceae	110	<i>Campylopus</i> (Dicranaceae)	41
Bryaceae	99	<i>Fissidens</i> (Fissidentaceae)	39
Dicranaceae	85	<i>Bryum</i> (Bryaceae)	34
Pilotrichaceae	51	<i>Syntrichia</i> (Pottiaceae)	24
Bartramiaceae	47	<i>Sphagnum</i> (Sphagnaceae)	19
Fissidentaceae	39	<i>Breutelia</i> (Bartramiaceae)	17
Grimmiaceae	38	<i>Schizymenium</i> (Bryaceae)	17
Brachytheciaceae	36	<i>Zygodon</i> (Orthotrichaceae)	16
Sematophyllaceae	31	<i>Grimmia</i> (Grimmiaceae)	15
Orthotrichaceae	28	<i>Leptodontium</i> (Pottiaceae)	15
Total	564 (62%)		237 (26%)

DEPARTAMENTOS

El grado de diversidad de cada departamento está directamente afectado no sólo por la altitud y el clima, sino por los esfuerzos previos de colecciones. Se brinda una comparación de los catálogos previos de hepáticas (Gradstein et al. 2003) y musgos (Hermann 1976) con el presente tratamiento (Tabla 8). Casi todos los departamentos muestran un incremento significativo en el número de especies registradas. El catálogo de musgos de Hermann (1976) demuestra que tan sólo tres departamentos (Cochabamba, La Paz y Santa Cruz) fueron extensivamente colectados. El elevado número de musgos registrados en Cochabamba en el catálogo de Hermann en contraste con la presente lista refleja la gran cantidad de especies reducidas a sinónimos y algunas especies ex-

cluidas del presente tratamiento (ver lista de especies excluidas provisionalmente).

Todos los departamentos requieren de colecciones adicionales, particularmente de hepáticas. En las tierras bajas, por ejemplo, se han realizado muchas más colecciones en el departamento de Santa Cruz que en el Beni o Pando. Las 41 briofitas registradas en Pando probablemente sean muchas más. Una de las razones para las pocas especies registradas en Pando es que ningún briólogo ha colectado en este departamento. Por ejemplo los estudios de inventario realizados por Costa (2003) en el Estado de Acre, Brasil, adyacente a Pando, dan como resultado a 82 hepáticas y 76 musgos. En las tierras altas es necesario realizar mayores inventarios para Oruro y Potosí.

Tabla 8. Comparación del número de especies registradas en los catálogos previos de Gradstein et al. (2003) para hepáticas y Hermann (1976) para musgos con el presente tratamiento. * = Los antocecos están incluidos en el número total de briofitas.

Departamento	Hepáticas		Musgos		Briofitas
	2003	Presente	1976	Presente	Presente*
Beni	49	68	0	60	128
Chuquisaca	6	56	0	254	310
Cochabamba	184	255	666	518	775
La Paz	225	310	593	654	965
Oruro	0	0	0	54	54
Pando	0	5	0	35	41
Potosí	0	6	2	71	77
Santa Cruz	125	186	275	452	640
Tarija	17	63	12	226	289

ECOREGIONES

Una de las preguntas más interesantes que aún debe resolverse es “¿Cuál es la diversidad de briofitas con relación a las diferentes ecoregiones de Bolivia?” Sólo durante la última década se ha alcanzado un consenso general en la clasificación y denominación de las regiones bióticas de Bolivia (Ibisch & Mérida 2003). Ésta es una base importante que nos permite examinar la composición de las especies, el número de especies compartidas y únicas en las ecoregiones reconocidas, a fin de lograr una mejor comprensión de cómo se caracterizan y diferencian.

Para el análisis de briofitas hemos empleado una ligera modificación de la clasificación presentada por Ibisch y Mérida (2003) reconociendo nueve regiones (Tabla 9). En base a la lista actual de briofitas presentada aquí, se registró la ecoregión que ocupa ca-

da especie. Muchas especies están presentes en dos o más ecoregiones. Los resultados de este análisis son preliminares, pero ofrecen una estimación razonable de la diversidad relativa (Figura 7 y Figura 8).

Inventarios específicos y generales son requeridos para brindar una mejor resolución de cuáles especies están presentes en Bolivia. También son requeridos mayores análisis para responder varias interrogantes relacionadas con la diversidad, por ejemplo: ¿Cuáles son las especies únicas encontradas en cada ecoregión, cuál es la relación de comparar altitud-ecoregiones-grupo taxonómico (familia y género) respecto a la diversidad de especies? y realizar mayores estudios para examinar la separación y composición de las especies entre bosques montanos abiertos y los densos.

Tabla 9. Las nueve ecoregiones reconocidas para Bolivia con el porcentaje de área ocupada en Bolivia comparando el número de especies de hepáticas, antoceros, musgos y el total de briofitas. * = Bosque montano.

Vegetación	% Área	Hepáticas	Antoceros	Musgos	Briofitas
Puna	22	60	0	338	398
Yungas*	5	416	3	640	1.059
Tucumano-Boliviano*	3	99	1	291	391
Valles Secos	4	4	0	63	67
Chaco Serrano	2	0	0	18	18
Amazónico	38	64	1	141	206
Chiquitano	10	18	0	86	104
Pantanal	3	2	0	2	4
Chaco	12	1	0	31	32

Dos aspectos físicos son de gran importancia cuando se consideran los patrones de diversidad de las briofitas: 1) Tierras altas comparadas con tierras bajas, donde la altitud es el factor principal, 2) patrones climáticos, con precipitación direccional, elevada hacia el norte y decreciente hacia el sur. En las tierras altas, la puna húmeda tiene mayor diversidad de especies, que va decreciendo hacia la puna seca. El mismo patrón ocurre en el bosque montano, los Yungas son mucho más ricos en briofitas y hacia el sur declina considerablemente la diversidad por los parches aislados del bosque Tucumano-Boliviano. Los valles secos interandinos son comparables en diversidad con la puna semihúmeda. Las tierras bajas, al norte de la Amazonía, que reciben una elevada precipitación, son más ricas que el bosque Chiquitano semi-seco, en un nivel intermedio y finalmente el árido Chaco.

A continuación se ofrecen breves comentarios para cada ecoregión, brindando el porcentaje de especies presentes en las eco-

regiones comparado con el total registrado en Bolivia, comentarios generales y el conocimiento actual con relación a un inventario adecuado.

Tierras altas

Puna – Hepáticas: 13%, Musgos: 37%. Catalogada como la cuarta región más rica en hepáticas y segunda en musgos. La elevada diversidad de musgos es un resultado inesperado. Esto puede atribuirse a la dificultad de separar la transición de bosque montano arbustivo alto de la puna húmeda (en base a las etiquetas de información). Esta dificultad fue afrontada también para la región del páramo en Colombia (Churchill & Griffin 1999). Además de estudios más detallados en la transición de puna a bosque montano, se requiere inventarios generales mayores en la puna semi-húmeda y seca.

Bosque Montano de Yungas – Hepáticas: 87%, Musgos: 70%. Yungas es la ecoregión más rica de Bolivia con una estimación del

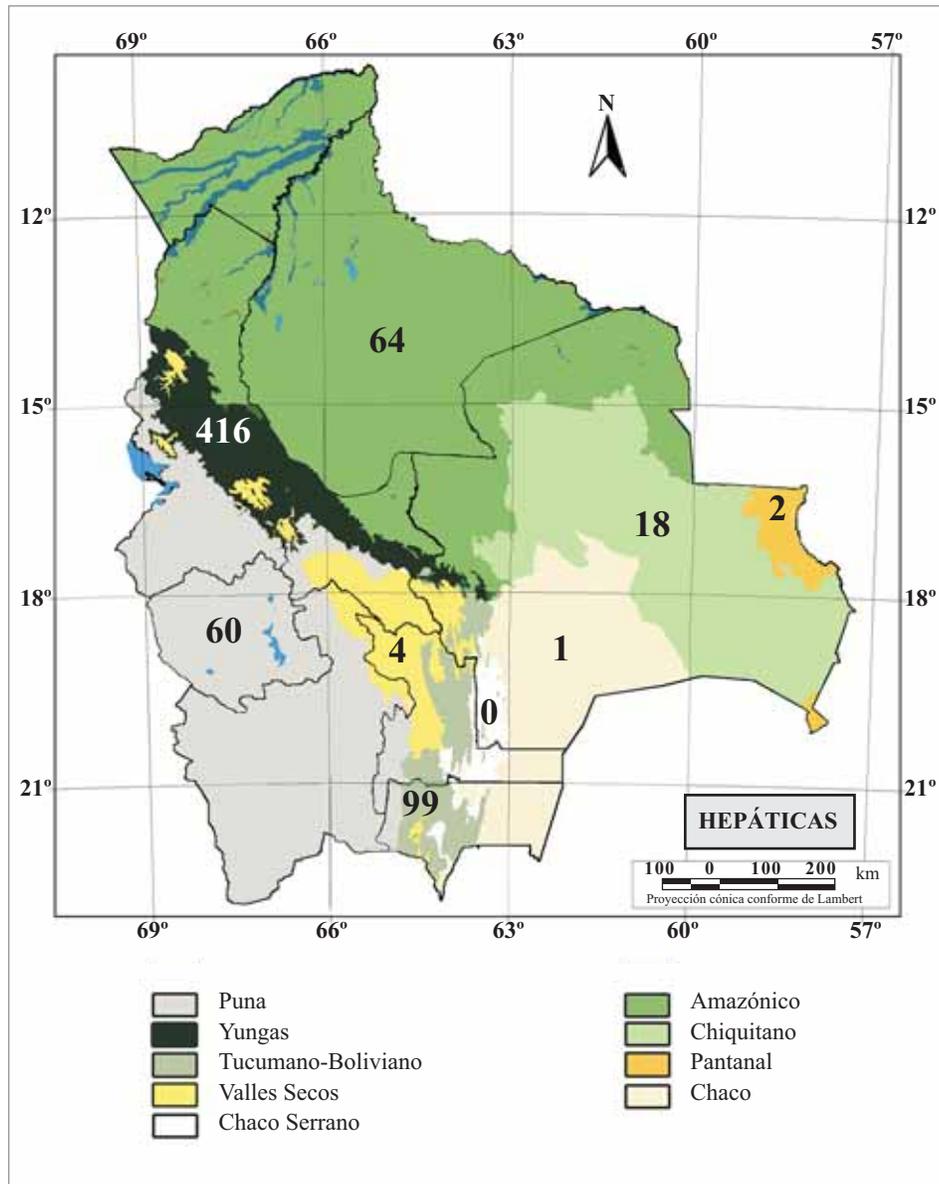


Figura 7. Mapa de diversidad de las hepáticas en las ecoregiones de Bolivia.

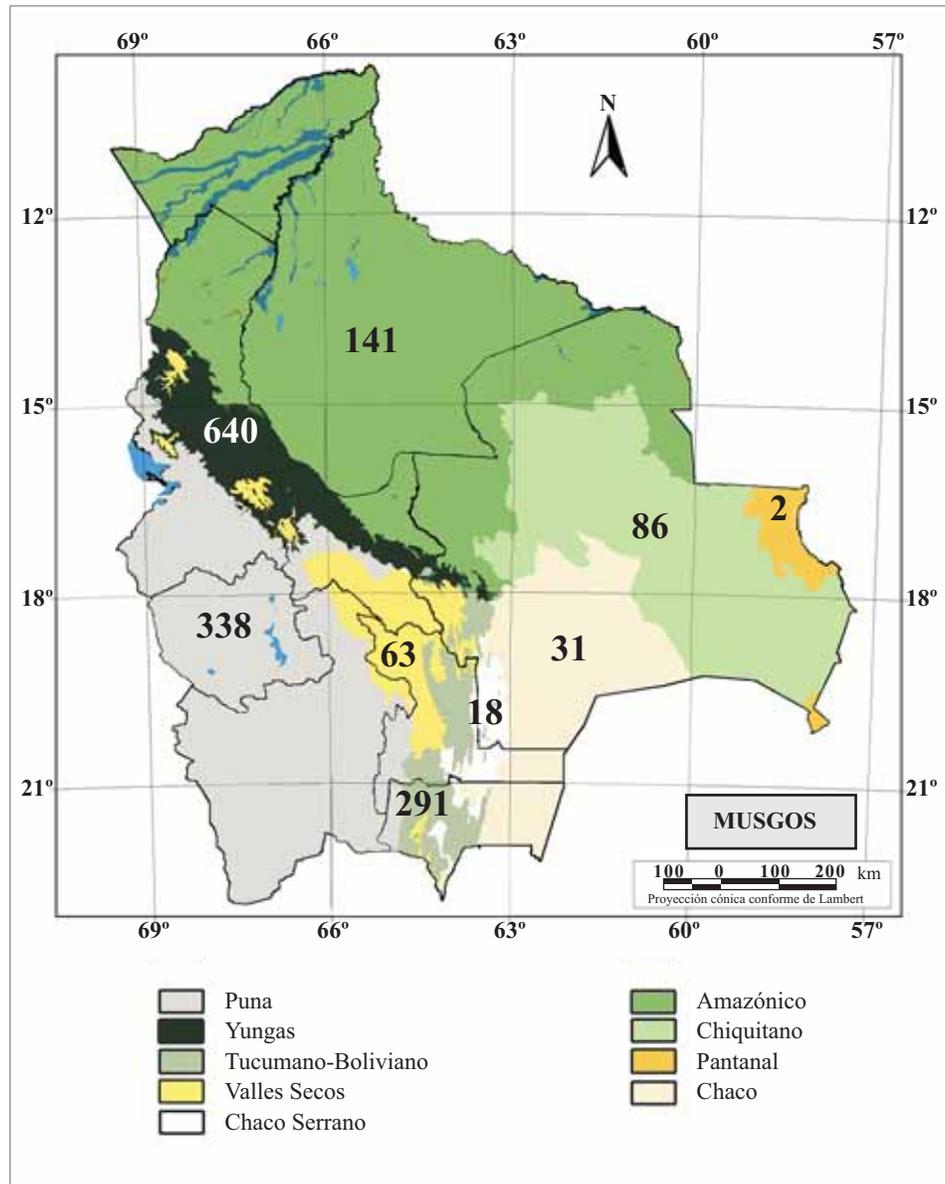


Figura 8. Mapa de diversidad de los musgos en las ecoregiones de Bolivia.

76% de todas las briofitas conocidas. Este hecho es mucho más impresionante cuando se considera que los Yungas sólo ocupan el 5% de la superficie del país. Es también la ecoregión con el mayor número de colecciones y localidades muestreadas, pero incluso ahora se han descubierto nuevos registros para el país, sugiriendo que aún son necesarios más trabajos en el área. También algunos grupos taxonómicos específicos requieren de más muestreos. El bosque montano de Altimachi y la mayor parte de los parques nacionales Amboró y Carrasco permanecen inexplorados. Existen dos componentes en la región de los Yungas: el bosque montano abierto y el denso; se requiere mayores análisis para diferenciar ambas zonas. La lista de briofitas de la región de Madidi está compuesta por muchas especies de bosque montano (Fuentes & Churchill 2005).

Bosque Montano Tucumano-Boliviano – Hepáticas: 21%, Musgos: 32%. Categorizada en el segundo lugar en hepáticas y tercer lugar en musgos. Durante los últimos años el bosque Tucumano-Boliviano ha sido inventariado teniendo como resultado el primer catálogo para una ecoregión (Churchill & Lozano 2009). Trabajos de campo recientes en el sur de Santa Cruz han brindado muchas adiciones para la ecoregión. Adiciones importantes pueden ser esperadas en las hepáticas, particularmente Lejeuneaceae.

Valles Secos Interandinos – Hepáticas: >1%, Musgos: 7%. Los musgos están inventariados razonablemente pero las hepáticas,

particularmente los taxa taloides, requieren de mayor énfasis en inventarios futuros. Sin embargo, se puede anticipar un número reducido. Tarija y el sur de Chuquisaca necesitan inventarios generales mayores. El grupo más conspicuo en la región de los valles interandinos es la familia de musgos Pottiaceae con 32 especies registradas.

Chaco Serrano – Hepáticas: 0%, Musgos: 2%. Esta región es prácticamente desconocida a excepción de pocas colecciones de musgos. Las afinidades más probables son con el Chaco y secundariamente con los valles secos interandinos.

Tierras bajas

Bosque Amazónico – Hepáticas: 13%, Musgos: 15%. La Amazonía es la cuarta región más rica en briofitas. Aquí se emplea ampliamente la ecoregión Amazónica e incluye a las sabanas (p. ej., los llanos de Moxos. La diversidad de especies se concentra a lo largo de los bosques de galería, los cuales son esencialmente amazónicos. Como fue descrito en diversidad a nivel departamental, Pando probablemente contiene muchas más especies de hepáticas infiriendo los reportes de briofitas del Estado de Acre en Brasil (cf. Costa 2003).

Pantanal – Hepáticas: >1%, Musgos: >1%. El conocimiento de las briofitas del Pantanal es incompleto y requiere de un inventario detallado. Es de esperar que la diversidad de esta región sea baja; como en el Pantanal de Mato Grosso en Brasil que ha sido estudiado por Camara & Vital (2004, 2006). El

Pantanal probablemente sea el único subgrupo de la región amazónica, por lo menos respecto a las briofitas.

Bosque Chiquitano – Hepáticas: 4%, Musgos: 9%. Categorizado en un nivel intermedio entre el bosque Amazónico y el Chaco en cuanto a briofitas. Se conoce poco para sugerir que la composición de briofitas es distinta, como es sugerido para las plantas con flores, que se trata principalmente del bosque Amazónico con algunos elementos de Chaco. Es seguro que las mesetas bajas,

en particular la de Huanchaca, requieran inventarios intensivos; estas áreas probablemente son muy interesantes, con algunos elementos aislados de bosque montano andino y del Planalto de Brasil.

Chaco – Hepáticas: 1%, Musgos: 3%. Actualmente han sido registradas pocas briofitas, pero es probable que el número pueda exceder a las 50 especies. Por ejemplo en un viaje de campo del primer autor al Parque Nacional Defensores del Chaco en inmediaciones del Cerro León (Departamento

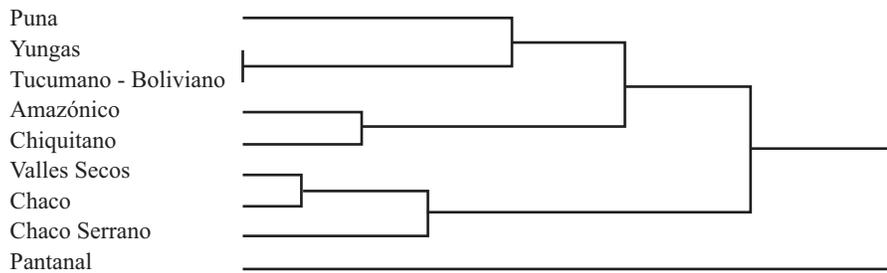


Figura 9. Análisis de agrupamiento de nueve ecoregiones de acuerdo a la composición de especies (1.353) de briofitas de Bolivia.

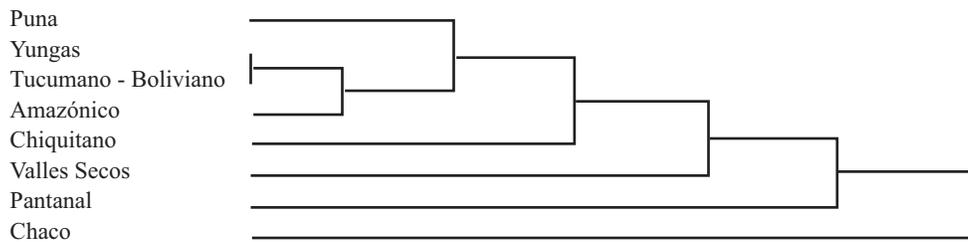


Figura 10. Análisis de agrupamiento de ocho ecoregiones de acuerdo a la composición de especies (458) de hepáticas de Bolivia.

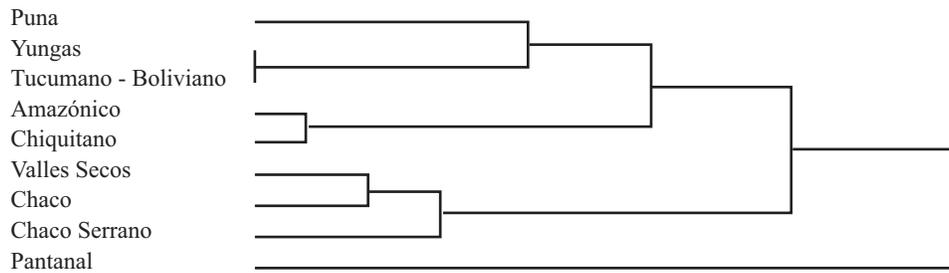


Figura 11. Análisis de agrupamiento de nueve ecoregiones de acuerdo a la composición de especies (895) de musgos de Bolivia.

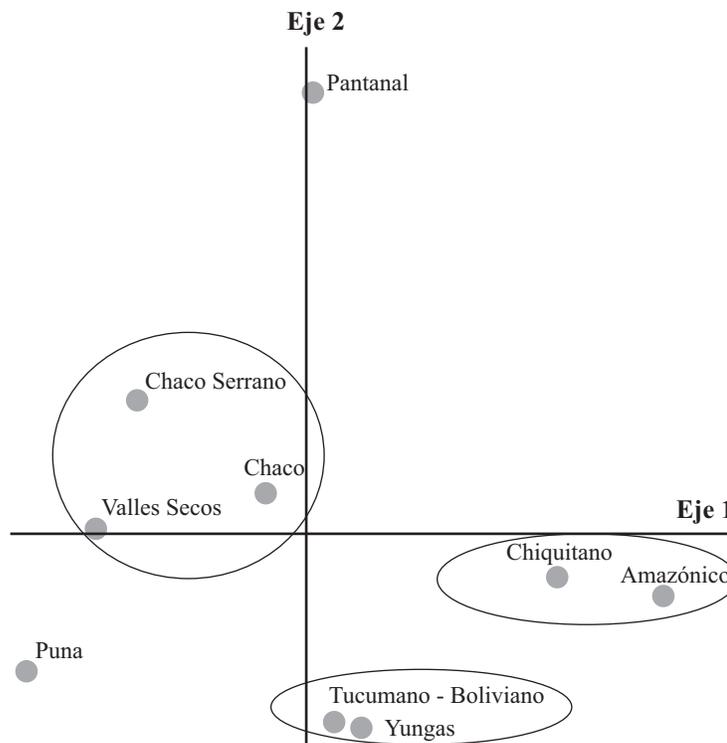


Figura 12. Análisis de ordenación NMS de nueve ecoregiones de acuerdo a la composición de especies de briofitas (1.353) de Bolivia.

Alto de Paraguay, cerca de la frontera con Bolivia), se registraron 18 especies, incluyendo seis especies de *Fissidens*; muchas de estas especies no han sido registradas en Bolivia.

Se utilizó análisis de agrupamiento y ordenación con el fin de observar cómo se relaciona la composición de especies de las nueve ecoregiones. El análisis de agrupamiento empleado fue el análisis de agrupamiento jerárquico con ligamiento de promedio de grupo (Hierarchical cluster analysis with group average linking); la distancia de medida fue el índice de Sørensen. La ordenación empleada fue el ajuste no métrico multidimensional (Non-metric Multidimensional Scaling, NMS) también de acuerdo al índice de Sørensen, para comprobar que los ejes extraídos contienen más información que la esperada al azar se usó la prueba de Monte Carlo (45 corridas). Ambos análisis se llevaron a cabo en el programa PC-ORD (McCune & Mefford 1999).

El diagrama de agrupamiento de las ecoregiones de acuerdo la composición de especies de briofitas de Bolivia (Figura 9), muestra que el bosque montano de Yungas y del Tucumano-Boliviano son las ecoregiones con mayor similitud, ambas se unen luego con la puna, también son similares el bosque Amazónico y Chiquitano, un tercer grupo está formado por los valles secos interandinos y el Chaco que se unen al Chaco serrano. El Pantanal aparece como un grupo aislado debido al reducido número de colecciones. El análisis de ordenación muestra la misma relación entre las ecoregiones (Figura 12).

En el caso de las hepáticas el diagrama de agrupamiento (Figura 11) revela también una elevada similitud entre el bosque montano de Yungas y del Tucumano-Boliviano, ambas ecoregiones se relacionan después con el bosque Amazónico y posteriormente con la puna. El bosque Chiquitano, los valles secos interandinos, el Pantanal y el Chaco están aislados, sin formar ningún

Tabla 10. Índice de Sørensen (derecha y arriba) y número de especies de hepáticas (izquierda y abajo) presentes en las nueve ecoregiones.

	Puna	Yungas	Tuc-Bol	Valle Seco	Chac Serr	Amaz	Chiqu	Chaco	Pantanal
Puna	59	0.167	0.133	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000
Yungas	39	410	0.311	0.010	0.000	0.215	0.042	0.000	0.005
Tucumano-Boliviano	10	78	92	0.062	0.000	0.154	0.075	0.000	0.021
Valles Secos	0	2	3	5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Chaco Serrano	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
Amazónico	1	51	12	0	0	64	0.103	0.000	0.030
Chiquitano	0	9	4	0	0	4	14	0.000	0.000
Chaco	0	0	0	0	0	0	0	1	0.000
Pantanal	0	1	1	0	0	1	0	0	2

grupo debido a la escasa cantidad de colecciones realizadas en estas ecoregiones, futuras colecciones posiblemente ayudarán a esclarecer estas relaciones. El diagrama de agrupamiento de las briofitas es parecido al diagrama de los musgos (Figura 12), posiblemente debido al mayor número de especies de musgos analizados, el último

muestra una relación más estrecha del bosque Amazónico y Chiquitano.

También se realizó el cálculo del índice de Sørensen de las ecoregiones bolivianas para las hepáticas (Tabla 10) y los musgos (Tabla 11), los valores más elevados se presentan en la combinación de Yungas y Tucumano-Boliviano.

Tabla 11. Índice de Sørensen (derecha y arriba) y el número de especies de musgos (izquierda y abajo) presentes en las nueve ecoregiones.

	Puna	Yungas	Tuc-Bol	Valle Seco	Chac Serr	Amaz	Chiqu	Chaco	Pantanal
Puna	331	0.366	0.210	0.083	0.012	0.004	0.028	0.011	0.000
Yungas	175	629	0.505	0.067	0.015	0.225	0.168	0.046	0.000
Tucumano-Boliviano	63	229	275	0.169	0.075	0.196	0.266	0.093	0.000
Valles Secos	16	23	29	59	0.312	0.021	0.169	0.368	0.000
Chaco Serrano	2	5	11	12	19	0.026	0.104	0.333	0.000
Amazónico	1	86	40	2	2	135	0.450	0.085	0.015
Chiquitano	6	61	49	13	6	52	96	0.192	0.000
Chaco	2	15	14	16	8	7	12	29	0.000
Pantanal	0	0	0	0	0	1	0	0	1

ALTITUD

La altitud es un componente importante en el análisis de la diversidad de briofitas de Bolivia. El relieve topográfico y la altitud constituyen el factor clave relacionado con el elevado nivel de diversidad. Para el análisis de altitud se emplearon intervalos de 500 metros en un total de 13 zonas de altitud en Bolivia (Tabla 12). La altitud registrada para cada especie, si es conocida, fue anotada para uno o más intervalos. La mayoría de las especies exhibe un intervalo altitudinal amplio. Desde las tierras bajas (5-500 m) con 284 especies, la diversidad se incre-

menta gradualmente hacia las tierras altas, con la mayor diversidad estimada en 565 especies para lo que puede ser considerado una altitud media, 2000-2500 m (Tabla 12).

La máxima diversidad de especies de briofitas en Bolivia se presenta en el rango de 2000-2500 m, seguido en orden por 2500-3000 m y 1500-2000 m, esta área corresponde a la cadena montañosa oriental de Bolivia. Dentro de la estrecha banda del bosque montano entre 2000-2500 m se puede encontrar el 40% del total de briofitas.

Tabla 12. Número de especies de briofitas presentes en 13 rangos altitudinales de Bolivia.

Rango altitudinal	Hepáticas	Antoceros	Musgos	Briofitas
0-500	79	2	203	284
500-1000	149	1	226	376
1000-1500	147	1	294	442
1500-2000	194	3	328	525
2000-2500	181	2	382	565
2500-3000	182	1	360	543
3000-3500	151		344	495
3500-4000	73		312	385
4000-4500	41		239	280
4500-5000	22		148	170
5000-5500	0		15	15
5500-6000	0		1	1

En este análisis existen pocas diferencias en la diversidad por altitud entre hepáticas y musgos. Las hepáticas alcanzan su máxima diversidad entre 1500-2000 m, con casi la misma diversidad mantenida en los intervalos de 2000-2500 m y 2500-3000 m. En comparación los musgos, alcanzan su máxima diversidad entre 2000-2500 m seguido por los intervalos consecutivos (2500-3000 m, 3000-3500 m) con unas pocas especies menos.

Existen pocos estudios de análisis altitudinal con briofitas entre los países de los Andes tropicales. El catálogo de hepáticas de Ecuador (León-Yáñez et al. 2006) ofrece un análisis de diversidad por altitud comparable con intervalos cada 500 metros. La máxima diversidad, esencialmente igual existe entre el intervalo de 1500-2000 y 2000-2500 m, seguido por 500-1000 m y 2500-3000 m. Se muestra alguna similitud en la diversidad por altitud con una notable excepción en el intervalo de 500-1000 m en Ecuador. Se

puede esperar que muchas más especies de hepáticas, particularmente Lejeuneaceae, serán encontradas a menor altitud, por ejemplo en la región de Chapare con una elevada precipitación similar a la encontrada en la región del Chocó del Pacífico.

El tratamiento de los musgos de Colombia (Churchill & Linares 1995) también brinda un análisis altitudinal con intervalos de 500 metros. Desde el menor rango, 0-500 m con 167 especies, la diversidad se incrementa con un máximo de 380 especies entre 2500-3000 m; el segundo intervalo más diverso es 2000-2500 m (351 especies) y el tercero 3500-4000 m (340 especies). Las diferencias entre Bolivia y Colombia pueden estar relacionadas con un sistema de cordilleras mucho más simple en el primer caso (una cadena montañosa) en comparación con el complejo sistema de cordilleras con tres rangos mayores en el segundo (seis cadenas montañosas).

ECOLOGÍA

Un componente importante de las comunidades de briofitas y sus hábitats está relacionado con el sustrato. La ecología de cualquier especie en particular está reflejada en los datos del sustrato combinados con datos sobre hábitat, altitud y ecoregión. Para muchas especies se tiene relativamente buena información, pero hay especies de las que se conoce muy poco. Un gran número de especies exhibe una gran amplitud ecológica, desarrollándose en dos o más sustratos mientras que otras se asocian a sustratos específicos. Para el futuro se requiere de datos más confiables en las etiquetas, registrando cuidadosamente la ecología, vegetación específica, hábitat y sustrato.

Las briofitas bolivianas están divididas casi equitativamente en tres categorías principales, aquellas encontradas como epífitas y aquellas encontradas sobre suelo y rocas (Tabla 13). Los troncos en descomposición son el cuarto sustrato más importante. Las epífitas, incluyendo las epífilas y las especies que crecen sobre troncos en descomposición son dependientes de los bosques o vegetación arbustiva. El futuro impacto de la continua deforestación en Bolivia tendrá mayores consecuencias en la diversidad de briofitas. Además de la pérdida de diversidad, alteración de los ecosistemas, particularmente del bosque montano, resultará en una creciente aceleración de la pérdida de agua y suelo, muy beneficioso para Brasil pero no para Bolivia.

Tabla 13. Número de especies de briofitas encontradas en sustratos específicos en Bolivia.

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
Epífita	226	0	394	619
Epífila	21	0	6	27
Acuática/semiacuática	31	0	119	150